VI INTERNATIONAL STUDENT CONFERENCE

SUSTAINABLE INNOVATIONS AND GREEN TRANSITION



CONFERENCE PARTNER

CONFERENCE PROCEEDINGS

Kiseljak, May, 2025

ZBORNIK RADOVA SA VI MEĐUNARODNE STUDENTSKE KONFERENCIJE „ODRŽIVE INOVACIJE I ZELENA TRANZICIJA“

PROCEEDINGS OF THE 6TH INTERNATIONAL STUDENT CONFERENCE „SUSTAINABLE INNOVATIONS AND GREEN TRANSITION“

IZDAVAČ/ PUBLISHER:
Visoka škola „CEPS – Centar za poslovne studije“ Kiseljak
University College "CEPS – Center for Business Studies“ Kiseljak

ZA IZDAVAČA/ FOR THE PUBLISHER:
Doc. dr. Mirzo Selimić, direktor

UREDNIŠTVO/ EDITORIAL BOARD:
Glavni urednik/Editor in Chief: Doc. dr. Nermin Palić; Urednici/Editors: Doc.dr. Mirzo Selimić; viši pred. Tatjana Badrov; Assist. Prof. Dr. Katarina Aškerc Zadravec; Gabriela-Daniela Bordeianu, Ph.D.; Prashant Kumar Mishra, Ph.D.; Goran Luburić, mag.oec.; Prof. VŠ dr. Tarik Humačkić; Izr. prof. dr. Nevenka Kregar Velikonja; Doc. dr. Miliša Todorović: Doc. dr. sc. Zoran Vrhovski; Assist. Prof. Dr. Lidija Weis; Violeta Hazaparu, Ph.D.; Rabiyathul Basariya, Ph.D.; Prof. dr. Zenaid Đelmo; Pred. VŠ Božidar Konjevod; v. pred. Neven Šipić; Pred. VŠ Semir Ogleč evac; v. pred. Goranka Rafaj; Pred. VŠ Samir Ščetić, Pred. VŠ Maja Gakić; Doc. dr. Hamza Šehović; pred. Goran Benkek.

Adresa uredništva/ Address
Ulica Josipa bana Jelačića b.b., 71250 Kiseljak

Grafički dizajn / Graphic Design
Doc. dr. Nermin Palić

ISBN: 978-9926-417-14-7
CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke u BiH pod **ID brojem 50163974**

Sadržaj i saželi radova dostupni su na Internet adresi:/ The journal is published twice a year. Contents and abstracts are available at Website: http://www.ceps.edu.ba/Knjiznica

Svi radovi podliježu anonimnim recenzijama/ All papers are subject to anonymous reviews.

Uredništvo časopisa u potpunosti se odriče odgovornosti za moguće slučajeve plagiranja u zaprimljenim prilozima. Autori snose punu odgovornost za svaki slučaj plagiranja, neovisno o tome je li otkriven tokom recenzijskoga postupka ili nakon objave rada u zborniku. / The editorial board fully disclaims responsibility for any instances of plagiarism in the submitted contributions. Authors bear full responsibility for any cases of plagiarism, regardless of whether it is discovered during the review process or after the publication of the paper in the proceedings

Riječ uredništva

Poštovane čitateljice i čitatelji,

Čast nam je i zadovoljstvo da Vas pozdravimo i predstavimo Zbornik radova s međunarodne studentske konferencije „ODRŽIVE INOVACIJE I ZELENA TRANZICIJA“, održane 22. maja 2025. godine u Kiseljaku (Bosna i Hercegovina). Multidisciplinarna konferencija je okupila studente, mlade istraživače iz različitih naučnih oblasti, a ukupno 57 radova prezentirali su studenti s 13 visokoškolskih ustanova iz 6 država: Bosne i Hercegovine, Hrvatske, Rumunije, Slovačke, Malte i Slovenije. Organizatori konferencije su bili Visoka škola „CEPS-Centar za poslovne studije“ Kiseljak i Veleučilište u Bjelovaru (Hrvatska), Poslovno veleučilište Zagreb (Hrvatska), George Bacovia University (Rumunija), B2 Ljubljana School of Business (Slovenija) i Global College Malta (Malta). Partner ove konferencije je bila Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru.

Obrazovanje za održivi razvoj ključno je za snabdijevanjem pojedinaca znanjem, vještinama i vrijednostima potrebnim za rješavanje ekoloških, društvenih i ekonomskih izazova i promovisanje održive budućnosti. Integriranjem održivosti u obrazovanje osnažujemo studente da postanu aktivni akteri promjena i doprinesu stvaranju održivijeg i ravnopravnijeg svijeta za sadašnje i buduće generacije.

Održive inovacije i zelena tranzicija predstavljaju temelj transformacije ka ekonomiji koja poštuje granice prirodnih resursa i smanjuje negativan uticaj na okoliš. One obuhvataju razvoj tehnologija i usluga koji smanjuju emisiju štetnih gasova, povećavaju energetsku efikasnost i podstiču korištenje obnovljivih izvora energije. Zelena tranzicija znači napuštanje fosilnih goriva, prelazak na čiste izvore energije i uvođenje kružne ekonomije. Ovaj proces nije samo tehnička promjena, već i društvena prilika za izgradnju pravednije, zdravije i prosperitetnije budućnosti.

Uredništvo Zbornika je zaprimilo 57 rada posvećenih održivom razvoju i zelenim praksama. Prezentacije radova su grupisane u tri sesije, oko sljedećih tema: Zelena ekonomija i održivi poslovni modeli; Ekološki prihvatljiva mobilnost i logistika; Pametni i održivi gradovi; Uticaj okoliša na javno zdravlje; Održiva energija i inovativne tehnologije; Ekološki kriminal i pravni okviri; Zeleno radno okruženje i upravljanje rizicima na radu; Otpornost zajednica na prirodne nepogode; Održivost u nastavnim planovima i višejezična komunikacija za zeleniji svijet; Iskustveno učenje i podučavanje za održivost; Jednakost u svim segmentima društva; Inovativni pristupi poučavanja u visokom obrazovanju.

Izdavač i uredništvo Zbornika se zahvaljuje svim autorima radova na saradnji. Također, srdačno se zahvaljujemo i cijenjenim recezentima na stručnim ocjenama tekstova te drugim saradnicima uključenim u organizaciju konferencije i izradu Zbornika.

Glavni urednik
Doc. dr. Nermin Palić

Editor's Note

Dear readers,

It is our honor and pleasure to welcome you and present the Proceedings of the International Student Conference "Sustainable Innovations and Green Transition", held on May 22, 2025, in Kiseljak, Bosnia and Herzegovina. This multidisciplinary conference brought together students and young researchers from various scientific fields. A total of 57 papers were presented by students from 13 higher education institutions across six countries: Bosnia and Herzegovina, Croatia, Romania, Slovakia, Malta, and Slovenia.

The conference was organized by the University College "CEPS – Center for Business Studies" Kiseljak in cooperation with University of Bjelovar University of Applied Sciences (Croatia), Zagreb School of Business (Croatia), George Bacovia University (Romania), B2 Ljubljana School of Business (Slovenia), and Global College Malta (Malta). The partner institution for this conference was College "Logos Center" Mostar.

Education for sustainable development is crucial for equipping individuals with the knowledge, skills, and values necessary to address environmental, social, and economic challenges while promoting a sustainable future. By integrating sustainability into education, we empower students to become active agents of change and contribute to building a more sustainable and equitable world for current and future generations.

Sustainable innovations and the green transition form the foundation of the transformation towards an economy that respects the limits of natural resources and reduces the negative impact on the environment. They include the development of technologies and services that lower greenhouse gas emissions, improve energy efficiency, and encourage the use of renewable energy sources. The green transition means moving away from fossil fuels, adopting clean energy sources, and introducing a circular economy. This process is not merely a technical change but also a societal opportunity to build a fairer, healthier, and more prosperous future.

The editorial board of the Proceedings received 57 papers dedicated to sustainable development and green practices. Paper presentations were grouped into three sessions, covering the following topics: Green economy and sustainable business models; Environmentally friendly mobility and logistics; Smart and sustainable cities; Environmental impact on public health; Sustainable energy and innovative technologies; Environmental crime and legal frameworks; Green work environment and occupational risk management; Community resilience to natural disasters; Sustainability in curricula and multilingual communication for a greener world; Experiential learning and teaching for sustainability; Equality in all segments of society; Innovative teaching approaches in higher education.

The publisher and the editorial board of the Proceedings extend their gratitude to all authors for their cooperation. We also sincerely thank the esteemed reviewers for their expert evaluations of the papers, as well as all other contributors involved in organizing the conference and producing the Proceedings.

Editor in Chief
Doc. dr. Nermin Palić

SADRŽAJ / CONTENT

UTJECAJ OKOLIŠA NA NASTANAK MOŽDANOG UDARA 1

PRED. VŠ STJEPAN STANIĆ
NIKOLINA BAKULA, STUDENTICA

THE BENEFITS OF FREQUENCY ANALYSES 22

DIRK OSADA - PHD STUDENT

UMJETNA INTELIGENCIJA U SAVJETODAVNIM USLUGAMA 30

PROF. MARCEL LINCÉNYI, PH.D.
INA WUNDERLICH, PH.D. STUDENT

CLOUD U MODERNIM E-TRGOVINAMA 41

PRED. VŠ MAJA GAKIĆ
PRED. VŠ. ANA ŠEGO
IVANA VUKOJEVIĆ, STUDENTICA

ULOGA MEDICINSKIH SESTARA/TEHNIČARA U PROMOCIJI ODRŽIVIH ŽIVOTNIH STILOVA MEĐU PACIJENTIMA 54

PRED. VŠ MATEO VUKOJA
NINA KOMŠIĆ, STUDENTICA

INNOVATIVE TEACHING STRATEGIES IN HIGHER EDUCATION: ENHANCING ENGAGEMENT AND LEARNING OUTCOMES 67

VALENTINA BÎTCA, STUDENT
PHD VIOLETA HAZAPARU, ASSISTANT PROFESSOR

OTPORNOST LOKALNE ZAJEDNICE NA POPLAVE 78

PRED. VŠ AKAID SARADAK

GORAN MEDAK, STUDENT
NIKO BULUM, STUDENT

POŽARI I OTPORNOST DJELOVANJA ZAJEDNICA U KRIZNIM SITUACIJAMA 89

PRED. VŠ AKAID SARADAK
SEMIR DIZDAREVIĆ, STUDENT

EKOLOŠKI KRIMINAL..... 102

PROF. DR. SCI. ZENAID ĐELMO, REDOVNI PROFESOR
FARIS OSMANOVIĆ, STUDENT

PRIRODNE NEPOGODE, POTRESI, SIGURNOST, STABILNOST I ODRŽIVI RAZVOJ LOKALNIH ZAJEDNICA..... 119

PRED. VŠ AKAID SARADAK
IVAN KURAN, STUDENT

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA LJUDSKO ZDRAVLJE..... 132

MARINA VITKOVIĆ, MAG.MED.TECHN
MARIJA BREČAK, STUDENTICA

ZELENI POSLOVNI MODELI..... 144

PRED. VŠ. SANDRA PEHAR MAG.OEC
MANDA EPLER, STUDENT

ECO-BUSINESS IN THE LOCAL ECONOMY 156

ASSISTANT PROFESSOR GABRIELA DANIELA BORDEIANU
MIHNEA GHERASIM, STUDENT

EPIDEMIOLOŠKE POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA 165

PROF.DR. IRMELINA KARIĆ
ŽELJANA ŠIKULJAK, STUDENT

ULOGA DRUŠTVENIH MREŽA U PROMOCIJI TURISTIČKE DESTINACIJE..... 175

PROF. VŠ DR. MIA GLAMUZINA
PRED. VŠ MAJA GAKIĆ
ANĐELA ČULJAK, STUDENT

PROTECTION OF CULTURAL AND NATURAL HERITAGE IN THE CONTEXT OF ARMED CONFLICT: A CASE STUDY ON ASKANIA-NOVA AND THE ANALYSIS OF THE INTERNATIONAL IMPLICATIONS OF CULTURAL AND ENVIRONMENTAL CRIME . 197

ASSOC. PROF. NELU NIȚĂ PHD
PROFIRA-ELENA CIOVĂR. STUDENT

INTEGRACIJA EKOLOŠKE ODRŽIVOSTI U STRATEGIJE SIGURNOSTI I ZDRAVLJA NA RADU: CASE STUDY: ZGRADA KFW WESTARKADE (FRANKFURT, NEMAČKA)..... 210

PRED. VŠ OMANOVIĆ MIRAN
ALMEDINA ŠUŠIĆ, STUDENT
NEDŽAD MALKOČ, STUDENT

UTJECAJ ALERGENA NA ZDRAVLJE LJUDI: OD IMUNOLOŠKIH ODGOVORA DO KLINIČKIH MANIFESTACIJA 225

DALIBORKA VUKMANIĆ MAG.MED.TECHN., PREDAVAČ
ĐURĐICA GRABOVAC MAG.MED.TECHN., VIŠI PREDAVAČ
IVAN POKEC MAG.MED.TECHN., PREDAVAČ
IVAN TOLIĆ, STUDENT

ZELENE TEHNOLOGIJE U INDRUSTRIJI: NOVI RIZICI I MJERE ZAŠTITE NA RADU . 233

PROF. VŠ HAMZA ŠEHOVIĆ
BRIGITA ŠARČEVIĆ, STUDENT
VLATKA PULJIĆ, STUDENT

EDUKACIJA PACIJENATA O EPILEPSIJI: INFORMIRANJE, PREVENECIJA I UPRAVLJANJE NAPADIMA 242

LUCIJA KLJUČEVIĆ, STUDENTICA
PRED. IVAN POKEC
PRED. DALIBORKA VUKMANIĆ
V. PRED SABINA BIS

UTJECAJ MULTIPLE SKLEROZE NA KVALITETU ŽIVOTA PACIJENTA..... 251

LAURA FERENČABA, STUDENTICA
PRED. IVAN POKEC
V. PRED. ĐURĐICA GRABOVAC
V. PRED KSENIJA ELJUGA

ZNANJE I STAVOVI ŽENA O SINDROMU POLICISTIČNIH JAJNIKA 260

V. PRED SABINA BIS
PRED. DALIBORKA VUKMANIĆ
V. PRED. ĐURĐICA GRABOVAC
ANA CIKUŠ, STUDENTICA

ANKETNO ISTRAŽIVANJE O JEDNAKOSTI U SVIM SEGMENTIMA DRUŠTVA U HRVATSKOJ..... 278

TEA MALKOČ, STUDENTICA
V. PRED RUDOLF KIRALJ

ZAŠTITA NISKONAPONSKE MREŽE I ZAŠTITA KOD GRAĐEVINSKIH PRIKLJUČAKA 289

BRIGITA ŠARČEVIĆ, STUDENTICA
PRED. VŠ IVANA RAMLJAK

MOTIVACIJA I LIDERSTVO: KAKO OBARZOVANJE OBLIKUJE MOTIVACIJU LDIERA? 302

DOC.DR. AMELA HAJDAROVIĆ
DOC.DR. NERMAN LJEVO

LARISA VELEDAR, STUDENTICA

POVEZANOST STRESA U RADOM OKRUŽENJU MEDICINSKIH SESTARA / TEHNIČARA SA KVALITETOM ŽIVOTA 310

DOC. DR. SCI. AMELA HAJDAROVIĆ
MR. SANJIN PENAVA
DŽENIS TIPURA, STUDENT
TARIK RAMIĆ, STUDENT

INŽENJERSKI PRISTUP AUTOMATIZACIJI INDUSTRIJSKOG STROJA ZA PROIZVODNJU HRANE 321

TIHOMIR GLATKI, MAG. ING. EL.
GORAN BENKEK, MAG. ING. EL.
ELIZABET HEDL, MAG. ING. EL.
IVAN ĆUK, STUDENT

PROJEKTIRANJE I IZRADA RAZVODNOG ELEKTROORMARA ZA INDUSTRIJSKI POGON 333

TIHOMIR GLATKI, MAG. ING. EL.
GORAN BENKEK, MAG. ING. EL.
ELIZABETH HEDL, MAG. ING. EL.
JAN HNATEK, STUDENT

VIŠEJEZIČNOST KAO KATALIZATOR ODRŽIVOSTI I ZELENOG POSLOVANJA: ANALIZA ANKETNOG ISTRAŽIVANJA MEĐU PODUZETNICIMA 345

PROF. HELENA JAJČEVIĆ

TRELLO KAO DIGITALNI SAVEZNIK: ULOGA KANBAN ALATA U STUDENTSKIM I AKADEMSKIM PROJEKTIMA..... 355

PRED. VŠ. TOMISLAV ADAMOVIĆ
DARIJA PELENGIĆ, STUDENTICA
VIKTOR KOREN, STUDENT

SPREMNOST DJELATNIKA HITNIH SLUŽBI ZA PRUŽANJE TRANSKULTURALNO OSJETLJIVE SKRBI 366

V. PRED. KSENIJA ELJUGA
TOMISLAV FILIPOVIĆ, STUDENT
V. PRED. GORANKA RAFAJ
V. PRED. SABINA BIS

PRIMJENA GENETSKOG ALGORITMA ZA GENERIRANJE RASPOREDA NASTAVE . 379

MAG.COMP.ING. KREŠIMIR MARKOTA
DOMAGOJ JURČEC, STUDENT
UNIV. MAG. ING. EL. TECHN. INF. DARIO VIDIĆ
MAG. ING. INF. ET COMM. TECHN, IVAN SEKOVANIĆ

ZDRAVSTVENA NJEGA BOLESNIKA SA SHIZOFRENIJOM – ULOGA SESTRINSKOG OSOBLJA U SKRBI I REHABILITACIJI..... 393

MATEO KROUPA, STUDENT
DORA PLESKALT, STUDENTICA

PRIMJENA DUBOKOG UČENJA ZA PREPOZNAVANJE BOLESTI VINOVE LOZE: FINI PODEŠAVANJE KONVOLUCIJSKOG AUTOENKODERA I KLASIFIKATORA 406

MAG.COMP.ING., KREŠIMIR MARKOTA
MARKO MARKUZ, STUDENT
MAG. ING. EL., TOMISLAV ADAMOVIĆ
MAG. COMP. ING., ANTE JAVOR

UTICAJ MIKROPLASTIKE NA ZDRAVLJE I OKOLINU 420

PROF. DR. IRMELINA KARIĆ
ASJA MEMAGIĆ, STUDENTICA

CONSIDERATIONS ON INCREASING WORK PERFORMANCE 429

ALEXANDRA ȘTEFAN(BARABAȘ), STUDENT

NICOLETA FÎCĂ, STUDENT
PROFESSOR PHD DUMITRU BONAS

GREEN ECONOMY AND SUSTAINABLE BUSINESS MODELS: A LITERATURE REVIEW ON STRATEGIES FOR A CIRCULAR AND RESILIENT FUTURE 435

DĂNUȚ MORARU, STUDENT
PHD. LECTURER, GABRIELA FOTACHE

STAVOVI I MIŠLJENJA STUDENATA ZDRAVSTVENIH STUDIJA VISOKE ŠKOLE „CEPS“ O UTICAJU OKOLIŠA NA JAVNO ZDRAVLJE 460

PRED. VŠ STJEPAN STANIĆ
EMINA MURTIĆ - SMOLO, STUDENTICA

KNOWLEDGE AND ATTITUDES OF GRAMMAR SCHOOL STUDENTS ON ANTIMICROBIAL RESISTANCE AND ITS IMPACT ON PUBLIC HEALTH 475

V. PRED. KATJA MOLAN
MAJA KREGAR, STUDENT

NAČIN KORIŠĆENJA SEKUNDARNIH RATARSKIH PROIZVODA 489

MIHAJLO ILIĆ, STUDENT
DEJANA GOLIĆ, MASTER INŽENJER POLJOPROVREDE

ZNAČAJ I POJAM POKROVNIH USIJEVA 506

VLADISLAV IVANOVIĆ. STUDENT
DEJANA GOLIĆ, MASTER INŽENJER POLJOPROVREDE

SOCIAL ECONOMY AS A DRIVER OF EQUALITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT 517

ANA MARIA BUGA, STUDENT
ALINA MARIA CHIRICĂ, STUDENT
FLORIN ALEXANDRU EȘANU, STUDENT
PHD GABRIELA FOTACHE

UNDERSTANDING GENERATIONAL EQUALITY: A YOUTH-CENTRED STUDY FROM GLOBAL COLLEGE MALTA..... 527

ASHI SONAHEE, STUDENT

SUSTAINABLE MOBILITY THROUGH PUBLIC INVESTMENT: A CASE STUDY OF THE "NON-MOTORIZED TRANSPORT CORRIDOR" PROJECT IN BACĂU, ROMANIA ... 547

ELENA DENISA BOGHIU
ANA MARIA BUGA
SABIANCA MUNTEANU
PHD GABRIELA FOTACHE

AI AND THE GREEN TRANSITION: MAKING EUROPE'S FESTIVALS AND CONFERENCES MORE SUSTAINABLE..... 559

BELICIA RIA DSILVA, STUDENT

THE ROLE OF ACCOUNTING PROFESSIONALS IN PROVIDING SUSTAINABILITY - RELATED SERVICES 574

SABIANCA MUNTEANU, STUDENT
ELENA-DENISA BOGHIU, STUDENT
PHD FLORIN RADU, ASSISTANT PROFESSOR

DEVELOPING SUSTAINABLE BUSINESS MODELS FOR A RESILIENT FUTURE..... 583

FLORIN ALEXANDRU EȘANU, STUDENT
ALINA MARIA CHIRICA, STUDENT
ANA MARIA MANDACHE, STUDENT
PHD FLORIN RADU, ASSISTANT PROFESSOR

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA REUMATOIDNI ARTRITIS..... 598

STUDENTICA ELA LINDOV, STUDENTICA
PRED. VŠ STJEPAN STANIĆ

ULOGA ZDRAVSTVENIH RADNIKA U KRIZNIM SITUACIJAMA-IZAZOVI I ODGOVORNOSTI U POPLAVLJENIM PODRUČJIMA 607

PROF. DR. IRMELINA KARIĆ
STUDENT: AMNA KAHRIMANOVIĆ

INTEGRACIJA TEHNOLOGIJE I ODRŽIVOSTI U RAZVOJU GRADOVA..... 622

PRED. VŠ SAMIR ŠČETIĆ, PROFESOR
HAMZA MALAGIĆ, STUDENT

TRANSFORMACIJA POUČAVANJA U VISOKOM OBRAZOVANJU KROZ INOVATIVNE METODE I DIGITALNE ALATE 632

PRED. VŠ ANA BARBIĆ
IRA-ANTONIA VUJEVIĆ , STUDENTICA
MAG.OEC. GORAN LUBURIĆ, DEKAN

PRIMJENA AI U POSLOVNOJ LOGISTICI 654

MR.SC. DRAGAN KOPECKI, V. PRED.
ANA OCTENJAK, STUDENT
KATARINA KNEŽEVIĆ, ERASMUS+ STUDENT

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U PROIZVODNJI VODIKA: PREDNOSTI I PRIMJENA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI 666
PROF VŠ HAMZA ŠEHOVIĆ
MA ANEL IKANOVIĆ
KARLO JELIĆ, STUDENT

MJERE ZAŠTITE NA RADU I ODRŽIVE PRAKSE U LIVNICI..... 676

PRED. VŠ OGLEČEVAC SEMIR ENSAR BRKIĆ

KOMPARATIVNA ANALIZA TRAMVAJSKOG SAOBRAĆAJA U SARAJEVU I ZAGREBU 690

DOC. DR. NERMIN PALIĆ
NAIDA MUTAPČIĆ, STUDENTICA
DOC.DR. GORAN MATIJEVIĆ
V. PRED. NEVEN ŠIPIĆ

PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U PERSONALIZIRANOM UČENJU 713

PROF. DR HADŽIB SALKIĆ
LEJLA SALKIĆ, STUDENTICA

ECO-TOURISM AND ECO-HOLIDAYS ON VIS TRANSILVANICA 722

NICOLETA FÎCĂ, STUDENT
ALEXANDRA ȘTEFAN(BARABAȘ), STUDENT
PROF. PHD DANIEL GHERASIM

UTJECAJ OKOLIŠA NA NASTANAK MOŽDANOG UDARA

THE IMPACT OF THE ENVIRONMENT ON THE OCCURRENCE OF STROKE

Pregledni rad / Review paper

Pred. VŠ Stjepan Stanić*

Nikolina Bakula, studentica*

Sažetak

Moždani udar jedan je od vodećih uzroka smrtnosti i invaliditeta u svijetu, s velikim javnozdravstvenim i socioekonomskim posljedicama. Dok su uobičajeni čimbenici rizika poput hipertenzije, dijabetesa, hiperlipidemije i pušenja dobro poznati, sve se više pažnje posvećuje i okolišnim čimbenicima koji značajno utječu na zdravlje, a jedan od najvažnijih među njima je zagađenje zraka. Ovaj rad istražuje vezu između onečišćenja zraka i moždanog udara, analizirajući relevantne znanstvene spoznaje i epidemiološke podatke. Udisanje zagađenog zraka može izazvati sistemsku upalu, oksidativni stres, disfunkciju endotela krvnih žila i povećanu koagulabilnost krvi, čime se povećava rizik od tromboze i povišenja krvnog tlaka koji su glavni uzročnici moždanog udara. Zagađenje zraka treba posmatrati ne samo kao ekološki, već i kao ozbiljan zdravstveni problem. Prepoznavanjem i smanjenjem ovog okolišnog rizika moguće je značajno unaprijediti zdravlje populacije i smanjiti teret bolesti na zdravstveni sustav.

Ključne riječi: *moždani udar, zagađenje zraka*

Abstract

Stroke is one of the leading causes of mortality and disability worldwide, with significant public health and socioeconomic consequences. While traditional risk factors such as hypertension, diabetes, hyperlipidemia, and smoking are well known, increasing attention is being paid to environmental factors that significantly impact human health — one of the most critical among them being air pollution. This paper explores the relationship between air pollution and stroke, analyzing relevant scientific findings and epidemiological data. Inhalation of polluted air can trigger systemic inflammation, oxidative stress, endothelial dysfunction, and increased blood coagulability, all of which contribute to a higher

*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: stjepan.stanic@ceps.edu.ba
*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: bakulanikolina1@gmail.com

risk of thrombosis and elevated blood pressure — key factors in the development of stroke. Air pollution should be viewed not only as an environmental issue but also as a serious public health concern. Recognizing and reducing this environmental risk can significantly improve population health and reduce the burden on healthcare systems.
Keywords: *Stroke, Air pollution*

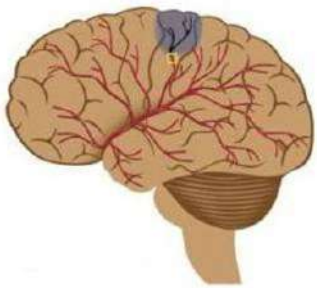
1. UVOD

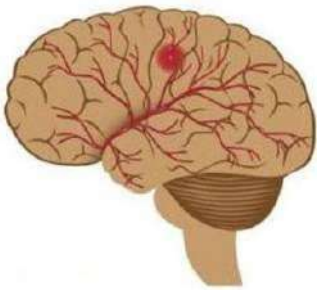
Moždani udar nastaje zbog naglog poremećaja protoka krvi u mozgu, što dovodi do nedovoljne opskrbe određenih dijelova mozga kisikom. U zahvaćenom dijelu mozga nastaju ishemična oštećenja i odumiranje živčanih stanica što rezultira oštećenjem tjelesnih funkcija (Towfighi, 2011.). Danas moždani udar predstavlja globalnu epidemiju koja ugrožava živote, zdravlje i kvalitetu života. Procjenjuje se da u svijetu ima oko 26 milijuna ljudi koji su preživjeli neki od oblika moždanog udara te nastavili živjeti s nekim od onesposobljenja koje donosi preživljavanje. Gotovo dvije trećine ljudi koji prežive moždani udar suočavaju se s nekim oblikom deficita u obliku pokretljivosti, a više od 30% preživjelih ne može samostalno hodati oko šest mjeseci nakon moždanog udara (Erjavec L. i sur., 2019.).
Tradicionalno su najvažniji čimbenici rizika za moždani udar povezani s načinom života i genetskim predispozicijama – poput hipertenzije, dijabetesa, pušenja i hiperlipidemije. Međutim, u posljednjem desetljeću sve se više pozornosti posvećuje i vanjskim okolišnim čimbenicima, među kojima se zagađenje zraka ističe kao značajan, ali često zanemaren rizik za nastanak cerebrovaskularnih bolesti (Shah A.S.V. i sur., 2015.).
Zagađenje zraka, osobito prisutnost finih lebdećih čestica (PM2.5 i PM10), dušikovih spojeva, sumporovih oksida i prizemnog ozona, ima dokazano štetan utjecaj na kardiovaskularni sustav (Brook R.D. i sur., 2010.). najnovija znanstvena istraživanja sugeriraju da izloženost tim onečišćujućim tvarima može igrati ključnu ulogu u razvoju moždanog udara, potičući sistemsku upalu, oksidativni stres te narušavanje funkcije endotelnih stanica (Rajagopalan S. i sur., 2018.).

1.1. Moždani udar

Moždani udar (cerebrovaskularni inzult) označava naglo nastali neurološki poremećaj uzrokovan poremećajem moždane cirkulacije zbog čega dolazi do nedovoljne opskrbe određenih dijelova mozga kisikom i hranjivim tvarima. Nedostatak kisika i hranjivih tvari uzrokuje oštećenje i odumiranje živčanih

stanica što ima za posljedicu oštećenje mozga i gubitak funkcija koje taj dio mozga kontrolira (Kralj V., 2022.). Dijeli se na dva glavna tipa: ishemijski i hemoragijski moždani udar. Ishemijski moždani udar je češći i javlja se u 85% slučajeva, a uzrokovan je začepljenjem krvne žile ugruškom, dok je hemoragijski moždani udar (15%) uzrokovan prsnućem moždane krvne žile. Oba tipa moždanog udara podijeljena su u podtipove koji se razlikuju prema uzrocima, kliničkoj slici, ishodu i načinu liječenja (Budinčević H., 2020.).





Slika 1. – Ishemijski moždani udar *Slika2.Hemoragijski moždani udar*
Izvor: https://mozdanival.hr/mozdani-udar/ Preuzeto: 14.05.2025.

Simptomi moždanog udara koji se mogu najlakše prepoznati su poremećaji govora, slabost i utrnulost jedne strane tijela, poremećaj koordinacije i ravnoteže. **FAST / G.R.O.M** test pomaže identificirati najčešće simptome moždanog udara:

- **G** kao govor (otežan i nerazumljiv)
- **R** kao ruke (jedna ruka je slaba i pada)
- **O** kao oduzetost (lice asimetrično, jedna strana „visi“)
- **M** kao minute unutar kojih morate pozvati SHMP (HDPMU, 1997.).

Kao jedan od vodećih uzroka smrti i invaliditeta u svijetu, moždani udar predstavlja velik izazov za javno zdravstvo. Osim klasičnih faktora rizika kao što su hipertenzija, dijabetes, hiperlipidemija, pušenje i sjedilački način života, sve se više prepoznaje i uloga okolišnih čimbenika u njegovom nastanku (GBD, 2019.).

Posebno se izdvaja zagađenje zraka kao značajan čimbenik rizika. Brojna epidemiološka istraživanja pokazuju da i kratkotrajna i dugotrajna izloženost štetnim tvarima u zraku, kao što su fine čestice (PM2.5), dušikovi oksidi i prizemni ozon, mogu znatno povećati vjerojatnost nastanka moždanog udara. Ovi zagađivači izazivaju upalne procese, oksidativni stres, oštećenje endotela krvnih žila i povećanu sklonost stvaranju ugrušaka, čime doprinose razvoju cerebrovaskularnog inzulta (Shah A.S.V. i sur., 2015.; Brook R.D. i sur., 2010.).

1.2. Zagađenje zraka

Po definiciji SZO-a, onečišćenje zraka je kontaminacija unutarnjeg i vanjskog okoliša bilo kojim fizikalnim, kemijskim ili biološkim agensom koji mijenja normalne karakteristike atmosfere. Javno zdravstvo najviše zabrinjavaju onečiščivači kao što je ugljični monoksid, ugljični dioksid i sumporni dioksid koji mogu izazvati respiratorne, ali i ostale bolesti te mogu biti i letalne (WHO, 2014.).
Zagađenje zraka može doći iz prirodnih i antropogenih izvora. Neki primjeri prirodnih izvora zagađenja zraka uključuju čestice iz šumskih požara, a glavni antropogeni izvori zagađenja zraka su sagorijevanje goriva u motornim vozilima, proizvodnja toplinske i električne energije (WHO, 2014.).
Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, po broju umrlih od bolesti izazvanih zagađenim zrakom, Bosna i Hercegovina je najgora u Evropi i druga najgora zemlja na svijetu, nakon Sjeverne Koreje. Svake godine, oko 3.300 ljudi u BiH prerano umre kao rezultat izloženosti zagađenju zraka s PM2.5. Zagađenje zraka je sveprisutno, ali u urbanim i posebno prometnim područjima izloženost može biti velika. Izloženost lošem kvalitetu zraka povezana je i sa lošim zdravljem i s preranom smrću (ZZJZKS, 2021.).
Djecu češće pogađa zagađenje zraka zbog relativno bržeg disanja i metabolizma, kao i nezrelosti njihovih pluća i imunološkog sistema. Starije osobe su također osjetljive zbog pada funkcije organa s godinama i sve prisutnijih starosnih bolesti (ZZJZKS, 2021.).

1.3. Uloga okolišnih čimbenika u nastanku bolesti

Okolišni čimbenici obuhvaćaju sve fizičke, kemijske i biološke utjecaje koji dolaze iz neposrednog okruženja čovjeka i koji mogu utjecati na njegovo zdravlje. Zdravlje ljudi ne ovisi isključivo o genetskim predispozicijama i načinu života, već i o okolišnim čimbenicima koji mogu značajno utjecati na pojavu i razvoj različitih bolesti. Onečišćenje zraka, vode, tla, izloženost buci, kemikalijama i klimatske promjene predstavljaju ozbiljne rizike za javno zdravlje. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, onečišćenje zraka odgovorno je za oko 7 milijuna preuranjenih smrti godišnje, uključujući 25% smrti od kardiovaskularnih bolesti i 24% od moždanog udara (HZJZ, 2022.).

1.4. Zagađenje zraka i moždani udar

Već nekoliko godina znanstvenici pokušavaju istražiti povezanost zagađenja zraka i njegovog utjecaja na zdravlje ljudi, a nakon brojnih provedenih istraživanja došli su do jasnih dokaza da zagađenje zraka ima značajan utjecaj na cjelokupno zdravlje, s posebnim naglaskom na razvoj moždanog udara. U "Global Bourden of Disease" (SZO) pokazalo se da zagađeni zrak značajno doprinosi globalnom opterećenju od moždanog udara, posebno u zemljama s niskim i srednjim dohotkom (Rajagopalan S., 2018.).

Prema istraživanjima dr. Brooka, već i kratkotrajna izloženost ispušnim plinovima, može imati smrtonosne posljedice, potencijalno izazivajući srčani i moždani udar koji se inače možda nikad ne bi dogodili. Utjecaj onečišćenja zraka na nastanak moždanog udara potvrđen je kroz brojna domaća i međunarodna istraživanja koja upućuju na to da izloženost štetnim tvarima u zraku, osobito finim lebdećim česticama (PM2,5), dušikovim oksidima (NO_X) i prizemnom ozonu – može značajno povećati rizik od cerebrovaskularnih bolesti. Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ) ističe da je zagađenje zraka povezano s nizom akutnih i kroničnih bolesti, uključujući i CVI, te da su zdravstvene posljedice izraženije u osjetljivijim skupinama poput starijih osoba, djece i kroničnih bolesnika (HZJZ, 2023.).

Američki znanstvenici s Brown University su proučavali medicinske podatke za 1705 žena prosječne dobi 71 godine te su prikupljene rezultate uspoređivali s informacijama o stupnju zagađenja zraka. U prosjeku je rizik za ishemijski moždani udar bio 34% veći u danima kada je zabilježena umjerena razina zagađenja zraka nego u danima kada je razina zagađenja zraka bila niska. Istraživači dodaju kako je najizraženiji bio utjecaj zagađenja prouzročenog prometom (PlivaZdravlje, 2012.).

Prema podatcima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), onečišćenje zraka odgovorno je za oko 7 milijuna preuranjenih smrti godišnje u svijet, od čega značajan udio čine cerebrovaskularne bolesti kao što je moždani udar (WHO).

Biološki mehanizmi kroz koje zagađenje zraka utječe na nastanak moždanog udara uključuju sistemsku upalu, oksidativni stres, disfunkciju endotela krvnih žila te povećanje koagulabilnosti krvi. Ovi procesi pridonose razvoju ateroskleroze i povećanju krvnog tlaka koji čine dva glavna uzroka ishemijskog moždanog udara (Brook R.D. i sur., 2010.;Rajagopalan S. i sur., 2018.).

Sistemska upala- onečišćenje zraka može izazvati upalne reakcije u tijelu. Te upalne reakcije mogu oštetiti krvne žile i ubrzati proces ateroskleroze, čime povećavaju rizik od moždanog udara.

Oksidativni stres- fine čestice (PM2.5) mogu ući u krvotok i uzrokovati stvaranje slobodnih radikala, koji oštećuju stanice i tkiva, uključujući krvne žile, što može dovesti do razvoja bolesti srca i moždanog udara.

Disfunkcija endotela- endotelne stanice oblažu krvne žile, a njihovo oštećenje uslijed zagađenja zraka može povećati krvni tlak i tako doprinijeti stvaranju krvnih ugrušaka.
Zemlje s niskim i srednjim dohotkom suočavaju se s dodatnim izazovima, jer često imaju slabije regulirane industrijske standarde i manju dostupnost modernih medicinskih usluga. Ovo čini njihovo stanovništvo osjetljivijim na negativne učinke zagađenja, uključujući i veći broj smrtnih slučajeva od moždanog udara. Urbanizacija također doprinosi povećanom zagađenju, jer koncentracija ljudi u gradovima s lošim zračnim uvjetima može imati dugoročne zdravstvene posljedice. U takvim sredinama, zagađenje zraka uzrokuje veću stopu srčanih i moždanih udara zbog konstantne izloženosti štetnim tvarima u zraku.

1.5. Preventivne mjere i smanjenje izloženosti

Zagađenje zraka predstavlja ozbiljan javnozdravstveni problem koji zahtijeva sveobuhvatan pristup prevenciji, kako na razini politike tako i na individualnoj razini. S obzirom na njegovu široku dostupnost i dugoročne negativne učinke, smanjenje izloženosti zagađenju zraka postaje ključno za sprječavanje zdravstvenih problema poput moždanog udara, srčanih bolesti, respiratornih smetnji i mnogih drugih bolesti.
Za učinkovitu kontrolu zagađenja zraka potrebno je provoditi mjere na razini države i lokalnih zajednica. Osnovne mjere koje bi mogle poboljšati kvalitetu zraka uključuju:

- Smanjenje emisija iz prometa - Jedan od najvećih izvora zagađenja u urbanim sredinama je promet, osobito motorna vozila koja koriste fosilna goriva. Preporučuje se razvoj sustava javnog prijevoza koji je ekološki prihvatljiv, kao i poticanje uporabe električnih vozila i biciklizma, čime bi se smanjio broj automobila na cestama (WHO).
- Zeleni gradovi – zeleni prostori poput parkova, vrtova i šumskih područja mogu značajno smanjiti koncentraciju zagađivača u zraku. Razvijanje gradova u smjeru većih zelenih površina može doprinijeti prirodnoj filtraciji zraka i smanjenju stresa uzrokovanog visokim koncentracijama štetnih plinova (WHO).
- Poticanje obnovljivih izvora energije – Prebacivanje na obnovljive izvore energije, poput solarne, vjetroelektrane i hidroenergije, smanjuje emisiju ugljičnog dioksida i drugih plinova koji doprinose zagađenju i klimatskim promjenama (HZJZ, 2022.).

Praćenje kvalitete zraka u realnom vremenu postaje sve važnije kako bi se građanima omogućilo da na vrijeme reagiraju na nepovoljne uvjete. Indeks kvalitete zraka (AQI) je alat koji mjeri koncentraciju štetnih tvari u zraku (PM2.5, PM10, NO_2, SO_2, CO i O_3). osim praćenja kvalitete zraka važno je imati informacijske sustave koji građanima redovito šalju upozorenja o izuzetno visokim razinama zagađenja zraka (WHO).
Na individualnoj razini postoji nekoliko mjera koje ljudi mogu poduzeti kako bi smanjili izloženost zagađenju zraka:

- Ograničenje izlaganja – preporučuje se izbjegavati boravak na otvorenom tijekom dana kada su koncentracije zagađivača visoke, osobito u jutarnjim i popodnevnim satima kada je promet najveći, a zagađenje najizraženije (Brook R.D., 2010.).
- Korištenje pročišćivača zraka u kućanstvima – može značajno smanjiti izloženost finim česticama, osobito u zimskim mjesecima kada su razine zagađenja veće zbog grijanja (WHO).
- Redovito praćenje zdravlja – osobe s već postojećim zdravstvenim problemima, kao što su povišen krvni tlak, dijabetes ili kardiovaskularne bolesti, trebaju redovito pratiti svoje zdravstveno stanje, jer su sklonije negativnim posljedicama zagađenja.

Jasna i pravovremena edukacija javnosti o opasnostima koje zagađenje zraka nosi te o mogućnostima zaštite od tih opasnosti također je ključna za smanjenje negativnih učinaka na zdravlje. Mediji, zdravstvene ustanove i obrazovni sustavi trebaju biti aktivni u širenju svijesti o okolišnim rizicima (WHO).

1.6. Preporuke za budućnost

Za učinkovitu borbu protiv moždanog udara uzrokovanog zagađenjem zraka potrebno je:

- Povećati svijest javnosti i zdravstvenih djelatnika o povezanosti zagađenja zraka i moždanog udara
- Uključiti okolišne čimbenike u nacionalne strategije prevencije kroničnih bolesti
- Unaprijediti monitoring zraka i dostupnost informacija građanima
- Potaknuti interdisciplinarna istraživanja i razvoj politika temeljenih na dokazima.

2. HIPOTEZE

2.1 Nulta hipoteza

Zagađen zrak ima značajan utjecaj na nastanak moždanog udara i potrebno je napraviti promjene.

2.2 Radna hipoteza

Zagađen zrak nema značajan utjecaj na nastanak moždanog udara i nisu potrebne promjene.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Clj istraživanja je istražiti utjecaj onečišćenja zraka na učestalost i ishod moždanog udara.

4. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je neeksperimentalno, kvalitativno, odnoso znanstveni pregled literature. Znanstvenim pregledom literature (izdvajanjem ključnih studija, kodiranjem izdvojenih studija i tumačenjem evdiencije) potrebno je utvrditi značaj utjecaja zagađenog zraka na nastanak CVI. Pri izradi rada, korištene su različite baze podataka, uključujući: Pub Med, Google znalac, Hrčak, ResearchGate i Thrombosis research na upit s ključnim riječima " zagađenje zraka", " cerebrovaskularni inzult", "rizici za nastanak cerebrovaskularnog inzulta", "javno zdravlje" i "okoliš" dobio se veliki broj ispisa, od koje su neke irelevantne za ovo istraživanje. Broj studija koje su ispunile kriterije istraživanja je 15. Istraživanja su se razlikovala u kvaliteti, vrsti istraživanja i kriterijima za uključivanje u istraživanje.

5. DISKUSIJA

Tabela br. 1. Utjecaj zagađenja zraka na nastanak moždanog udara

Rb.	**Autori**	**Naziv studije**	**Vrsta studije**	**Ciljevi studije**	**Metoda istraživanja**	**Rezultati**	**Zaključak**
1.	Vida Demarin, Sandra Morović, Filip Đerke.	Zagađenje zraka: novi faktor rizika za razvoj moždanog udara	Kvalitativno istraživanje	Cilj studije je istražiti: Povezanost zagađenja zraka i njegovog utjecaja na zdravlje ljudi.	Znanstvenim pregledom literature istraživan je utjecaj zagađenog zraka na nastanak moždanog udara.	Zagađenje zraka ima utjecaj na zdravlje, s posebnim naglaskom na ravoj moždanog udara. Studije su se razlikovale po koncentraciji i vrstama proučavanih onečišćujućih tvari, koje se razlikuju geografski, kao i po trajanju i	Zbog velike raznolikosti rezultata brojnih studija, za donošenje konačnih zaključaka potrebna su daljnja istraživanja.

						izloženosti onečišćenju zraka. Novi propisi su poboljšali kvalitetu zraka u mnogim zemljama u Europi i SAD-u, što je rezultira dužim životnim vijekom.	
2.	Kuan ken Lee, Mark R Miller, Anoop SV Shah	Onečišćenje zraka i moždani udar	Kvalitativno istraživanje	Clj studije je istražiti epidemiološke dokaze o povezanosti između onečišćenja zraka i moždanog udara	Znanstveni pregled kontroliranih i eksperimentalnih studija	Studije provedene u Engleskoj, Walesu, Kini, SAD-u, Čileu i Kanadi potvrdile su da kratkotrajna izloženost zagađenom zraku povećava šanse za nastanak moždanog udara.Studije provedene u SAD-u, Kini i Europi koje su istraživale utjecaj dugotrajne izloženosti zagađenom zraku potvrdile su povećanje učestalosti nastanka moždanog udara, hospitaizacije i moratliteta uzrokovanog moždanim udarom.	Onečišćenje zraka trebalo bi prepoznati kao jedan od najvažnijih promjenjivih čimbenika rizika za prevenciju i upravljanje kardiovaskularnim bolestima. Postoje dokazi koji povezuju onečišćenje zraka i kardiovaskularne bolesti, uključujući moždani udar. Kratkotrajna i dugotrajna izloženost onečišćenom zraku povećava rizik od moždanog udara. Zdravstveni djelatnici imaju važnu ulogu u promicanju svijesti.
3.	Yu-xian Fan, We Zhang, We Li, Yong-ji Ma i Hong-q Zhang.	Globalni, regionalni i nacionalni utjecaj onečišćenja zraka na opterećenje moždanog udara: promjene od 1990. do 2021.	Kvantitativno istraživanje	Cilj je procijeniti globalni morbiditet i mortalitet od moždanog udara povezanog s onečišćenjem zraka od 1990. do 2021.	Globalno su prijavljeni brojevi i dobno standardizirane stope smrti i godine života prilagođene onesposobljenju za moždani udar povezan s onečišćenjem zraka. Analize su provedene prema dobi, spolu, regiji i zemlji te tipu moždanog udara. Model linearne regresije istraživao je globalne vremenske trendove, a klaster analiza ispitivala je vremenske	U 2021. bilo je 1.989.686 smrtnih slučajeva i 44.962.167 slučajeva nastanka onesposobljenja zbog moždanog udara uzrokovanog onečišćenjem zraka. Rizik se povećava s dobi, a vrhunac obično doseže nakon 85 godina. Muškarci iz srednjoafričke regija pokazali su veće opterećenje moždanim udarom. Intracerebralno krvarenje bilo je najsmrtonosniji podtip CVI. Od 1990. do 2021.,	Globalno opterećenje moždanim udarom povezano sa onečišćenjem zraka ostalo je značajno unatoč trendu smanjenja do 2021. godine. Studija je otkrila porast opterećenja moždanog udara povezanog sa onečišćenjem zraka sa starenjem. Postoji veće opterećenje moždanim udarima uzrokovanim onečišćenjem zraka kod muškaraca nego

					trendove. Za predviđanje trendova do 2040. primijenjeni su model dobne skupine (APC) i Bayesov model dobne skupine (BAPC)	broj smrtnih slučajeva i nastanka onesposobljenja porasli su za 13,4% odnosno 6,3%.	kod žena. Više pozornosti treba posvetiti ravnoteži između upravljanja kvalitetom zraka i održivog gospodarskog razvoja u regijama koje predstavljaju središnja Afrika, južna Afrika i Oceanija te zemlje poput Gvineje Bisaua, Mozambika, Lesota i Zimbabvea.
4.	Anoop S V Shah, Kuan Ken Lee, David A McAllister, Amanda Hunter, Harish Nair, William Whiteley, Jeremy P Langrish, David E Newby, Nicholas L Mills	Kratkotrajna izloženost onečišćenju zraka i moždani udar: sustavni pregled i meta-analiza	Kvalitativno istraživanje	Pregledati dokaze o kratkoročnoj povezanosti između onečišćenja zraka i moždanog udara	Sustavni pregled i meta-analiza opservacijskih studija	Prijem u bolnicu zbog moždanog udara ili smrtnost od moždanog udara bio je povezan s povećanjem koncentracija ugljikovog monoksida, sumpornog dioksida i dušikovog dioksida. Najjače povezanosti uočene su na dan izlaganja.	Zagađivači zraka imaju izraženu i blisku vremensku povezanost s prijemom u bolnicu zbog moždanog udara ili smrtnosti od moždanog udara. Politike javnog i ekološkog zdravlja za smanjenje onečišćenja zraka mogle bi smanjiti broj moždanih udara.
5.	Heresh Amini, Christian Dehlendorff, Youn-Hee Lim, Amar Mehta, Jeanette T. Jørgensen, Laust H. Mortensen, Rudi Westendorp, Barbara Hoffmanng, Steffen Loft, Tom Cole-Hunter, Elvira V. Bräuner, Matija Ketzel, Ole Hertel, Jørgen Brandt, Steen Solvang Jensen, Jesper H. Christensen,Camilla Geels, Lise M. Frohn, Claus Backalarz, Mette K. Simonsen, Zorana J. Andersen.	Dugotrajna izloženost onečišćenju zraka i učestalost moždanog udara: Kohortna studija medicinskih sestara iz Danske	Kohortna studija	Istražiti povezanost između dugotrajne izloženosti onečišćenju zraka i incidencije moždanog udara (ukupnog, ishemijskog, hemoragijskog), prilagođeno buci cestovnog prometa.	U ovoj studiji korišteni su podatci o 28.731 medicinskih sestara iz 1993. i 1999. godine iz Danske. Istraživanje je provedeno pomoću ankete. Upitnici su uključivali detaljne podatke o načinu života, težini, terapiji , reproduktivnoj povijesti, percepciji zdravlja i psihosocijalnom radnom okruženju.	Tijekom srednjeg vremena praćenja od 19,45 godina, 1078 (4,6%) razvilo je moždani udar, što je rezultiralo stopom incidencije od 248,5 na 100 000 osoba. 87,6% su ishemijski moždani udari, a 12,4% slučajvea hemoragijski. Medicinske sestre s ishemijskim moždanim udarom češće puše, rijetko konzumiraju voće, žive u urbanim područjima i imaju nisku tjelesnu aktivnost u usporedbi s medicinskim sestrama bez moždanog udara.	Medicinske sestre koje su imale moždani udar bile su izložene višim razinama zagađivača zraka od onih koje nisu razvile moždani udar. Prema istraživanju posotoji povezanost između dugotrajne izloženosti onečišćenju zraka i incidencije moždanog udara. U nacionalnoj kohorti danskih medicinskih sestara u dobi od 44 godine i starijih, otkriven je povećan rizik od incidencije moždanog udara s većom dugotrajnom izloženošću onečišćenju zraka. Povezanosti su

							bile više s ishemijskim nego s hemoragičnim moždanim udarom.
6.	Łukasz Kuźma, ,Sylwia Roszkowska, Michał Święczkowski, Emil Julian Dąbrowsk, Anna Kurasz, Wojciech Wańha ,Hanna Bachórzewska-Gajewska i Sławomir Dobrzycki.	Izloženost onečišćenom zraku i njegov učinak na ishemijske moždane udare	Kvalitativno istraživanje	Cilj istraživanja je utvrditi povezanost između kratkotrajne izloženosti zagađivačima zraka i učestalosti moždanog udara u neindustrijskim područjima, točnije u sjeveroistočnoj Poljskoj.	Korišteni su podatci Nacionalnog zdravstvenog fonda o pacijentima hospitaliziranim zbog moždanog udara između 2011. i 2020. Korištenjem dnevnih podataka o hospitalizacijama, atmosferskim uvjetima i zagađenju, kao i uređenim logističkim regresijskim modelima testirane su hipoteze o utjecaju vremenskih uvjeta i onečišćenja zraka na ishemijske moždane udare.	Ispitivana skupina uključivala je 4838 bolesnika, od kojih su 45,6% bili muškarci; prosječna dob bolesnika bila je približno 74 godine.	Analize su pokazale da je povećanje koncentracija PM 2,5 (fine čestice) i PM 10 (grube čestice) povezano s povećanjem incidencije moždanog udara na dan izloženosti. Onečišćenje zraka utječe na učestalost ishemijskih moždanih udara s najvećim učinkom u zimskoj sezoni. Obzirom na pojavu moždanih udara tijekom tjedna, najveći broj se dogodio početkom tjedna. Sustavne promjene su ključne i potrebno je poduzeti preventivne mjere za ranjive skupine, posebice u zimskom razdoblju.
7.	Stephan Gabet, Laurent Puy.	Trenutačni trend izloženosti onečišćenju zraka i moždanog udara.	Kvalitativno istraživanje	Istražiti povezanost između izloženosti onečišćenju zraka i moždanog udara	Znanstveni pregled literature	Kratkoročna i dugotrajna izloženost dušikovom dioksidu (NO 2) i ozonu je povezana s morbiditetom i mortalitetom povezanim s moždanim udarom. Onečišćenje zraka može povećati rizik od prijelaza iz zdravog stanja u incidentni moždani udar i morbimortalitet nakon moždanog udara.	Preventivne intervencije su od iznimne važnosti. Najučinkovitiji način za smanjenje zdravstvenih rizika povezanih s onečišćenjem zraka je provedba politika na razini društva s ciljem smanjenja emisija, pri čemu su glavni antropogeni izvori grijanje, promet i industrija. Izloženost se može dodatno smanjiti individualnim preventivnim mjerama, kao što je boravak u zatvorenom

							prostoru ili nošenje odgovarajućih respiratora za pročišćavanje zraka tijekom akutnih razdoblja izloženosti kao i opremanje doma pročistačima zraka u svakom trenutku.
8.	Jean-Luc K Kabangu, Danny Fowler, Amanda Hernandez, Takara Newsome-Cuby, Benson Joseph, John Dugan, Lane Fry, Momodou G Bah i Sonia V Eden.	Nejednakost u onečišćenju zraka na smrtnost od moždanog udara među starijim Amerikancima: analiza cijele SAD-a	Kvalitativno istraživanje	Istražiti utjecaj onečišćenja zraka na razini županije na smrtnost od ishemijskog i hemoragičnog moždanog udara među pojedincima u SAD-u u dobi od 65 godina i starijima, naglašavajući rasne i socioekonomske razlike	Koristeći podatke iz Interaktivnog atlasa srčanih bolesti i moždanog udara Centra za kontrolu bolesti analizirna je stopa smrtnosti od ishemijskog moždanog udara za starije stanovnike na razini županije između 2016. i 2020. Podaci o onečišćenju zraka na razini županije, posebno o razinama čestica (PM2,5), dobiveni su od CDC-a.	Analiza na razini županije otkrila je korelaciju razine PM2,5 i ukupne smrtnosti od moždanog udara. Za svaki porast PM2,5 od, došlo je do povećanja od 1,89 smrtnih slučajeva od ishemijskog moždanog udara na 100 000 stanovnika. Dijelovi županij s pretežno crnim stanovništvom pokazali su veliku razliku, sa svakim povećanjem PM2,5 od 1 µg/m3 u korelaciji sa značajnim porastom smrtnosti, što iznosi 5,81m dodatnih smrtnih slučajeva na 100 000 stanovnika. Siromašne županije pokazale su ranjivost, doživjevši povećanje od 4,05 u broju smrtnih slučajeva od ishemijskog moždanog udara na 100 000 stanovnika za svaki porast od 1 1 µg/m3 u razinama PM2,5. Nasuprot tome, u županijama s bijelom većinom i županijama bez trajnog stanja siromaštva, povezano povećanje smrtnosti od moždanog udara	Studija naglašava značajan utjecaj onečišćenja zraka na razini okruga, posebno PM2,5, na smrtnost od ishemijskog moždanog udara među starijim stanovnicima SAD-a. Otkrića pokazuju da dijelovi županije s pretežno crnim stanovništvom i onima koji su suočeni s trajnim siromaštvom ne samo da pate od viših stopa smrtnosti, već je i vjerojatnije da neće biti u skladu s EPA standardima kvalitete zraka. Hitno su potrebne ciljane intervencije i politike kako bi se smanjilo onečišćenje zraka u ovim ranjivim zajednicama i promicali pravični ishodi javnog zdravlja.

						na 100 000 stanovnika za svaki porast PM2,5 od 1 μg/m 3 na razini županije iznosilo je 1,85 odnosno 1,60. Okruzi s većinskim stanovništvom crne rase imali su dvostruko veću vjerojatnost da neće biti u skladu sa standardima kvalitete zraka u usporedbi s pretežito bijelim okruzima.	
9.	B K Butland, R W Atkinson, S Crichton, B Barratt, S Beevers, A Spiridou, U Hoang, F J Kelly i C D Wolfe.	Zagađenje zraka i učestalost ishemijskog i hemoragičnog moždanog udara u Registru moždanih udara južnog Londona: unakrsna analiza slučajeva.	Unakrsna analiza slučajeva	Istražiti povezanost između dnevnih koncentracija plinovitih čestica onečišćujućih tvari u zraku i podtipova moždanog udara u etnički raznolikom području Londona	Modelirane dnevne koncentracije onečišćujućih tvari na temelju kombinacije mjerenja i modeliranja bile su povezane na razini poštanskog broja s incidentnim događajima moždanog udara stratificiranim prema hemoragičnim i ishemijskim podtipovima. Podaci su analizirani korištenjem vremenski stratificiranog slučaja-crossover pristupa. Modeli uvjetne logističke regresije uključivali su prirodne kubične splineove za srednju dnevnu temperaturu i srednju dnevnu relativnu vlažnost, binarni izraz za državne praznike i godišnji ciklus sinus-kosinus. Od primarnog interesa bile su srednje dnevne koncentracije čestica <2,5 i <10 μm u	Analiza se temeljila na 1758 incidenata moždanih udara (1311 je bilo ishemijskih, a 256 hemoragijski). Nisu pronađeni dokazi o povezanosti između svih moždanih udara ili ishemijskog moždanog udara i izloženosti istog dana PM 2,5 , PM 10 , O 3 , NO 2 ili NO X.	Koristeći podatke iz Registra moždanih udara u južnom Londonu, nisu pronađeni dokazi o pozitivnoj povezanosti između onečišćenja vanjskog zraka i incidentnog moždanog udara ili njegovih podvrsta. Rezultati, iako u suprotnosti s nedavnim meta-analizama, nisu u suprotnosti s mješovitim nalazima drugih britanskih studija.

					promjeru (PM 2,5 , PM 10), ozona (O 3), dušikovog dioksida (NO 2) i NO 2 + dušikovog oksida (NO X).		
10.	Shirui Chen, Yuqin Zhang, Jing Wei, Chun Hao, Wenjing Wu, Zhiqiang Li, Tong Guo, Ziqiang Lin, Wangjian Zhang i Yuantao Hao.	Rizik od prijema zbog moždanog udara nakon dugotrajne izloženosti PM 1 : dokazi iz velike kohorte u južnoj Kini	Kohortna studija	Istražiti utjecaj dugotrajne izloženosti PM 1 čestica na zdravlje ljudi	Studija je provedena na 36 271 osobi u Kini od 2015. i praćena je do 2020. Omjeri rizika prijema moždanog udara nakon dugotrajne izloženosti PM 1 procijenjeni su pristupom uzročnog zaključivanja, marginalnim strukturnim vremenski promjenjivim Coxovim proporcionalnim modelom opasnosti, uzimajući u obzir više zbunjujućih faktora.	Postoji povezanost između izloženosti PM 1 i ukupnog i ishemijskog rizika od prijema u Južnoj Kini.	Rezultati unaprjeđuju kontinuirane napore zagovaranja suzbijanja izloženosti zagađenju. Iz javnozdravstvene perspektive važno je smanjiti stopu prijema moždanog udara.
11.	Hossein Alimohammadi, Sara Fakhri, Hojjat Derakhshanfar i Reza Hosseiniara.	Učinci onečišćenja zraka na stopu prijema zbog ishemijskog moždanog udara	Retrospektivna studija	Utvrditi odnos između razine onečišćujućih tvari u zraku i stope prijema u bolnice zbog ishemijskog moždanog udara.	Prikupljeni su podaci o primjemu u bolnice pacijenata s moždanim udarom na hitnom odjelu te podaci o onečišćenju zraka i meteorološki podaci.	U studiji je sudjelovalo 379 pacijenata, od kojih je 199 (52,5%) muškog i 180(47,5%) ženskog spola.	Razina zagađivača zraka izravno korelira s brojem prijema moždanog udarana na odjel hitne pomoć.
12.	Jeffrey J Wing, Brisa N Sánchez, Sara D Adar, William J Meurer, Lewis B Morgenstern, Melinda A Smith i Lynda D Lisabeth.	Sinergizam kratkoročne izloženosti onečišćenju zraka i nepovoljnog položaja susjedstva na težinu početnog moždanog udara	Retrospektivna studija	Istražiti povezanost između izloženosti okolišu, uključujući socioekonomske nedostatke u susjedstvu i kratkotrajnu izloženost česticama u zraku <2,5 µm (PM 2,5) i ozonu (O3), te njihove interakcije s početnom težinom moždanog udara.	Povezanosti između zagađivača, nepovoljnog položaja i ljestvice moždanog udara Nacionalnog instituta za zdravlje modelirane su pomoću linearne i logističke regresije s prilagodbom za demografske i čimbenike rizika. Zagađivači i nedostaci modelirani su pojedinačno,	Viši rezultati nepovoljnosti i koncentracije ozona prethodnog dana povezani su s većim izgledima za ozbiljan moždani udar. Više razine čestica <2,5 µm bile su povezane s višim izgledima za ozbiljan moždani udar među onima u područjima s većim nepovoljnim položajem (omjer izgleda, 1,24; 95% interval pouzdanosti,	Izloženost onečišćenju zraka i socioekonomski status mogu biti važni za razumijevanje težine moždanog udara. Budući radovi bi trebali razmotriti više razina utjecaja na ovaj važan ishod moždanog udara.

					zajednički i s interakcijama.	1,00-1,55), ali ne i u područjima s nižim nepovoljnim položajem.	
13.	Ahmad Toubas i Thuraya N Al-Sayegh.	Kratkotrajna izloženost onečišćenju zraka i ishemijski moždani udar: sustavni pregled i meta-analiza	Meta-analiza	Istražiti vezu između produžene izloženosti onečišćivačima zraka i ishemijskog moždanog udara	Pretraživanje je provedeno u bazama podataka MEDLINE, Scopus, Cochrane Central Register of Controlled Trials i Web of Sciences do veljače 2023,. Kriteriji za uključivanje obuhvaćali su opservacijske ili intervencijske studije koje su ispitivale korelaciju između kratkotrajne izloženosti onečišćivačima zraka (ugljikov monoksid, sumporov dioksid , dušikov dioksid , ozon) i čestica promjera manjeg od 1 µm, manje od 2,5 µm ili manje od 10 µm (PM 1 , PM 2,5 i PM 10), s incidencijom i mortalitetom ishemijskog moždanog udara.	U analizu je uključeno ukupno 18 035 408 slučajeva ishemijskog moždanog udara, proizašlih iz 110 opservacijskih studija. Azija je činila većinu uključenih studija, što predstavlja 58,8% od ukupnog broja. Nasuprot tome, Europa i Amerika sudjelovale su s 24,6%, odnosno 16,7% studija. Učestalost moždanog udara bila je značajno povezana s povećanjem koncentracije NO 2, O3 , CO, SO 2, PM 1, PM 2,5 i PM 10 (RR = 1,14; 95% CI 1,12-1,16). Povećanje koncentracije NO 2, SO 2, PM 2,5 i PM 10 bio je povezan s povećanjem smrtnosti od moždanog udara.	Postoji značajna korelacija između onečišćujućih tvari u zraku i stope pojave i smrtnosti od moždanog udara. Ova bliska vremenska povezanost naglašava važnost provedbe globalnih inicijativa za razvoj politika usmjerenih na smanjenje onečišćenja zraka. Na taj način ublažite teret ishemijskog moždanog udara i njegovih posljedica.
14.	Zhiping Niu, Feifei Liu, Hongmei Yu, Shaotang Wu i Hao Xiang.	Povezanost između izloženosti zagađenju zraka i prijema u bolnicu, učestalosti i smrtnosti od moždanog udara: ažurirani sustavni pregled i meta-analiza više od 23 milijuna sudionika	Kvalitativno istraživanje	Utvrditi može li izloženost onečišćenom zraku povećati rizik od moždanog udara	Znanstvenim pregledom literature identificirane su studije do veljače 2020. i provedena je meta-analiza o povezanosti onečišćenja zraka i moždanog udara.	Meta-analize su pokazale značajne povezanosti svih šest onečišćivača zraka i prijema u bolnicu zbog moždanog udara.	Izloženost onečišćenju zraka bila je pozitivno povezana s povećanim rizikom od prijema u bolnicu zbog moždanog udara (PM 2,5 , PM 10 , SO 2 , NO 2 , CO i O 3), incidencijom (PM 2,5 , SO 2 i NO 2) i smrtnošću (PM 2,5 , PM 10 , SO 2 i NO 2).
15.	Karsten Keller, Seyed Hamed Rastguye Haghi, Omar Hahad, Irene Schmidtmann, Sourangsu	Onečišćenje zraka utječe na bolničku stopu smrtnosti pacijenata s ishemijskim	Retrospektivna studija	Istražiti utjecaj dugotrajne izloženosti onečišćenju zraka na smrtnost od ishemijskog	Njemački nacionalni bolnički uzorak korišten je za analizu svih slučajeva hospitaliziranih	U Njemačkoj u periodu od 2015. – 2019. izbrojano 1 505 496 hospitalizacija pacijenata s ishemijskim	Povišene dugoročne razine onečišćenja zraka u stambenim područjima u Njemačkoj,

	Chowdhury, Jos Lelieveld, Thomas Münzel i Lukas Hobohm.	moždanim udarom		moždanog udara	pacijenata s ishemijskim moždanim udarom u Njemačkoj 2015. – 2019., koji su stratificirani prema njihovom prebivalištu. Podaci njemačke Savezne agencije za okoliš o prosječnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku procijenjeni su od 2015. do 2019. na razini okruga. Podaci su kombinirani i analiziran je utjecaj različitih parametara onečišćenja zraka na bolničku smrtnost.	moždanim udarom Pscijenti s prebivalištem u okruzima s visokom naspram niske dugotrajne onečišćenosti zraka, povećane razine benzena, ozona, oksida i koncentracije sitnih čestica PM 2,5 bile su povezane s smrtnošću neovisno o dobi, spolu, kardiovaskularnim čimbenici rizika, komorbiditeti i revaskularizacijski tretmani.	posebice benzena, O3 , NO, SO 2 i PM 2,5 , bile su povezane s povećanom smrtnošću pacijenata od moždanog udara. Potrebno je smanjenjiti izloženosti onečišćenju zraka kako bi se smanjio teret moždanog udara i smrtnost od moždanog udara.

Reference u literaturi: (1, 2, 6, 7, 8, 10, 11, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 27, 28)

Istraživanjem su utvrđeni sljedeći ciljevi:

1. **Naučnim pregledom literature utvrđen je značaj utjecaja zagađenja zraka na nastanak moždanog udara (1, 2, 6, 7, 8, 10, 11, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 27, 28)**

- Moždani udar predstavlja jedan od vodećih uzroka smrtnosti i invaliditeta u svijetu, a sve veći broj istraživanja ukazuje na važnu ulogu okolišnih čimbenika u njegovom nastanku. Izloženost štetnim tvarima iz okoliša, prvenstveno zagađenju zraka, može djelovati kao okidač za kardiovaskularne poremećaje koji dovode do moždanog udara.
- Nalazi su pokazali da razina zagađivača zraka izravno korelira s brojem prijema moždanog udarana odjel hitne pomoć.
- Istraživanja provedena u Njemačkoj, Danskoj, Kini dokazuju negativan utjecaj zagađenog zraka na nastanak moždanog udara.
- Samo u jednom od 15 istraživanja koje je sprovedeno u južnom Londonu, nisu pronađeni dokazi o povezanosti između onečišćenja vanjskog zraka i nastanka moždanog udara.
- Povezanosti su bile više s ishemijskim nego s hemoragičnim moždanim udarom.

- Nalazi sugeriraju da se specifične karakteristike pacijenata mijenjaju povezanost između zagađenja zraka i ishemijskog moždanog udara.
- Glavni nalazi rada pokazuju da onečišćenje zraka utječe na učestalost ishemijskih moždanih udara s najvećim učinkom u zimskoj sezoni. Obzirom na pojavu moždanih udara tijekom tjedna, najveći broj se dogodio početkom tjedna.
- Postoji veće opterećenje moždanim udarima uzrokovanim onečišćenjem zraka kod muškaraca nego kod žena.
- Postoji trend porasta opterećenja moždanog udara povezanog sa onečišćenjem zraka sa starenjem.
- Zagađenje zraka, nedavni moždani udar kod bolesnika s drugim faktorima rizika poput dijabetesa može biti okidač za nastanak moždanog udara. Također, zdravlje starijih osoba (iznad 65 godina), pretilih osoba, bolesnika s respiratornim i kardiovaskularnim bolestima, oboljelih od dijabetesa je najosjetljivije na onečišćenje zraka.
- Studije kontrolirane izloženosti na ljudima i eksperimentalne studije dale su uvid u patobiološke mehanizme koji dovode do ateroskleroze, aktivacije trombocita, sklonosti koagulaciji, utjecaju na kognitivne funkcije, rizik od moždanog udara i bolesti karotidnih arterija.
- Nastanku ishemijskog moždanog udara su podložnije osobe crne rase i osobe slabijeg socioekonomskog statusa.
- Plinoviti i čestični zagađivači zraka imaju izraženu i blisku vremensku povezanost s prijemom u bolnicu zbog moždanog udara ili smrtnosti od moždanog udara.
- Izloženost onečišćenju zraka bila je pozitivno povezana s povećanim rizikom od prijema u bolnicu zbog moždanog udara (PM 1, PM 2,5 , PM 10 , SO 2 , NO 2 , CO i O 3), incidencijom (PM 2,5 , SO 2 i NO 2) i smrtnošću (PM 2,5 , PM 10 , SO 2 i NO 2) 14, 10,8, 6. Poseban naglasak stavljen je na fine lebdeće čestice (PM2.5), dušikove okside i ozon, koji su povezani s povećanom učestalošću akutnih moždanih incidenata, osobito u urbanim sredinama s visokom koncentracijom industrijskih i prometnih izvora zagađenja.
- Za svaki porast PM2,5 od, došlo je do povećanja od 1,89 smrtnih slučajeva od ishemijskog moždanog udara na 100 000 stanovnika.
- Kratkotrajna ali i dugotrajna izloženost onečišćenom zraku povećava rizik od moždanog udara.
- Kada se uspoređuju pacijenti s prebivalištem u okruzima s visokom naspram niske dugotrajne onečišćenosti zraka, povećane razine benzena, ozona, oksida, suporovog dioksida, ugljikovog monoksida,

dušika dioksida i sitnih čestica bile su značajno povezane s povećanom smrtnošću.

- Zagađenje zraka odgovorno je za gotovo 30% globalnog opterećenja moždanim udarom najveći učinak u zemljama s niskim i srednjim dohotkom.
- Više pozornosti treba posvetiti ravnoteži između upravljanja kvalitetom zraka i održivog gospodarskog razvoja u regijama koje predstavljaju središnja Afrika, južna Afrika i Oceanija te zemlje poput Gvineje Bisaua, Mozambika, Lesota i Zimbabvea.
- Zagađenje zraka treba prepoznati kao tihog ubojicu koji izaziva moždani udar čije su stope smrtnosti i dalje povišene.
- Potrebno je smanjenjiti izloženosti onečišćenju zraka kako bi se smanjio teret moždanog udara i smrtnost od moždanog udara..
- Mjere za smanjenje onečišćenja zraka zahtijevat će promjene politike na nacionalnoj, regionalnoj i međunarodnoj razini.
- Preventivne intervencije su od iznimne važnosti. Uloga okolišnih čimbenika u etiologiji moždanog udara sve se češće prepoznaje u znanstvenim i medicinskim krugovima, no još uvijek nije dovoljno zastupljena u javnozdravstvenim strategijama.
- Na individualnoj razini, brojne jednostavne mjere mogu smanjiti osobnu izloženost zagađivačima zraka. Neke od tih mjera uključuju: putovanje na posao javnim prijevozom, vožnju biciklom ili pješačenje umjesto korištenja osobnih motornih vozila, ograničavanje vremena provedenog na otvorenom tijekom vrlo zagađenih razdoblja, izbjegavanje prometnih gužvi, tjelovježbu u blizini glavnih prometnih pravaca, boravak u zatvorenom prostoru ili nošenje odgovarajućih respiratora za pročišćavanje zraka tijekom akutnih razdoblja izloženosti kao i opremanje doma pročistačima zraka u svakom trenutku.

- Najučinkovitiji način za smanjenje zdravstvenih rizika povezanih s onečišćenjem zraka je provedba politika na razini društva s ciljem smanjenja emisija, pri čemu su glavni antropogeni izvori grijanje, promet i industrija.
- S obzirom na sve izraženije klimatske promjene i porast razine urbanizacije, očekuje se da će negativni utjecaji okoliša na zdravlje postajati još izraženiji. Stoga je nužno razvijati integrirane pristupe koji povezuju ekološke, zdravstvene i društvene politike. Ulaganje u edukaciju, prevenciju i ekološki održiv razvoj treba biti prioritet, kako

bi se dugoročno smanjila učestalost moždanog udara i poboljšala kvaliteta života stanovništva.

- Zdravstveni djelatnici imaju važnu ulogu u promicanju svijesti, ne samo kako bi poboljšali skrb za pojedinačne pacijente, već i kako bi izvršili pritisak na kreatore politike da onečišćenje zraka bude javnozdravstveni prioritet.
- Buduća bi istraživanja trebala dodatno razmotriti fizikalno-kemijska svojstva onečišćivača zraka, višestruku izloženost i individualnu ranjivost.

2. Potvrđena je nulta hipoteza: Zagađen zrak ima značajan utjecaj na nastanak moždanog udara i potrebno je napraviti promjene.

6. LITERATURA

1. Amini, H., Dehlendorff, C., Lim, Y., Mehta, A., 20220. Long-term exposure to air pollution and stroke incidence: A Danish Nurse cohort study
2. Alimohammadi, H., Fakhri, S., Derakhshanfar, H., Hosseiniara. H., 2016. The Effects of Air Pollution on Ischemic Stroke Admission Rate.
3. Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C. A., Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A. V., ... & Kaufman, J. D. (2010). Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association, Preuzeto: 10.04.2025. s https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181dbece1
4. Brook, R.D., Rajagopalan, S., Pope, C.A. III, et al. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*
5. Budinčević, H., Moždani udar (2020.), Preuzeto: 10.04.2025. s https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/34067/Mozdani-udar.html
6. Butland, B., Atkinson, R., Crichton, S., Barratt, B., Beevers, S. 2017. Air pollution and the incidence of ischaemic and haemorrhagic stroke in the South London Stroke Register: a case-cross-over analysis.
7. Chen, S., Zhang, Y., Wei, Y., Hao, C., 2024. Risk of stroke admission after long-term exposure to PM1: Evidence from a large cohort in South China.
8. Demarin, V., Morović, S., Đerke F. 2019. Air Pollution: a New Risk Factor for Developing Stroke, Rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti Medicinske znanosti.

9. Erjavec, L., Delaš, K., Grozdek Čovčić, G., Telebuh, M. (2019). Robotika i neurofizioterapija nakon moždanog udara Journal of Applied Health Sciences = Časopis za primijenjene zdravstvene znanosti, Preuzeto: 10.04.2025. s https://hrcak.srce.hr/226595
10. Fan, Y., Zhang, W., Li, W, Ma, Y., Zhang, H. 2024. Global, regional, and national impact of air pollution on stroke burden: changing landscape from 1990 to 2021.
11. Gabet, S., Puy, L. 2025. Current trend in air pollution exposure and stroke.
12. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019, Preuzeto: 11.04.2025. s https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2820%2930752-2
13. Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ), Onečišćenje zraka i kardiovaskularne bolesti (2022.), Preuzeto: 13.042025. s https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-prevencija-nezaraznih-bolesti/svjetski-dan-zdravlja-2022-zagadenje-zraka-i-kardiovaskularne-bolesti/
14. Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ), Utjecaj onečišćenja zraka na zdravlje (2023.), Preuzeto: 12.04.2025. s https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravlje-okoline/oneciscenje-zraka-i-zdravlje/
15. Hrvatsko društvo za prevenciju moždanog udara, (1997.), O moždanom udaru, Preuzeto: 10.04.2025. s https://www.mozdaniudar.hr/o-mozdanom-udaru/o-mozdanom-udaru-74/74
16. Kralj, V., Moždani udar kod žena: simptomi, čimbenici rizika i prevencija, (2022.) Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Preuzeto: 10.04.2025. s https://www.hzjz.hr/aktualnosti/mozdani-udar-kod-zena-simptomi-cimbenici-rizika-i-prevencija/
17. Kabangu, J., Fowler, D., Hernandez, A., Newsome-Cuby, T., 2024. Inequities in air pollution on stroke mortality among Older Americans: a U.S. nationwide analysis.
18. Keller, K., Haghi, S., Hahad, O., Schmidtmann, I. 2023. Air pollution impacts on in-hospital case-fatality rate of ischemic stroke patients
19. Kuźma, L., Roszkowska, S., Święczkowski, M., Dąbrowski, E. J., 2022. Exposure to air pollution and its effect on ischemic strokes (EP-PARTICLES study)
20. Lee, K., Miller,M., Shah A. 2018. Air Pollution and Stroke

21. Niu, Z., Liu, F., Yu, H., Wu S.2021. Association between exposure to ambient air pollution and hospital admission, incidence, and mortality of stroke: an updated systematic review and meta-analysis of more than 23 million participants
22. PlivaZdravlje, Zagađeni zrak povećava rizik za moždani udar (2012.), Preuzeto: 13.04.2025. s https://www.plivazdravlje.hr/vijesti/clanak/21535/Zagadjeni-zrak-povecava-rizik-za-mozdani-udar.html
23. Rajagopalan, S., Al-Kindi, S. G., & Brook, R. D. (2018). *Air Pollution and Cardiovascular Disease: JACC state-of-the-art review*. Journal of the American College of Cardiology, Preuzeto: 10.04.2025. s https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.07.099
24. Shah, A. S. V., Lee, K. K., McAllister, D. A., Hunter, A., Nair, H., Whiteley, W., Langrish, J. P., Newby, D. E., Mills, N. L. (2015). *Short term exposure to air pollution and stroke: Systematic review and meta-analysis*, Preuzeto: 10.04.2025. s https://doi.org/10.1136/bmj.h1295
25. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) – *Air pollution*, Preuzeto: 11.04.2025. s https://www.who.int/health-topics/air-pollution
26. Towfighi A, Saver JL. Stroke declines from third to fourth leading cause of death in the United States: historical perspective and challenges ahead (2011.)
27. Toubas, A., Sayegh, T., 2023. Short-term Exposure to Air Pollution and Ischemic Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis.
28. Wing, J., Sánchez, B., Adar, S., Meurer, W., Morgenstern, L., 2017. Synergism of Short-Term Air Pollution Exposures and Neighborhood Disadvantage on Initial Stroke Severity.
29. World Health Organization (WHO 2014). Health promotion, Preuzeto: 11.04.2025. s http://www.who.int/topics/health_promotion/en/
30. Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo, (2021.), Preuzeto: 11.04.2025. s https://zzjzks.ba/wp-content/uploads/2021/04/Kvaliteta-zraka.pdf

THE BENEFITS OF FREQUENCY ANALYSES

PREDNOSTI FREKVENCIJSKIH ANALIZA

Pregledni rad / Review paper

Dirk Osada - PhD Student*

Abstract

The aim is to use frequency analysis to quickly and efficiently detect process errors in living organisms so that they can subsequently be remedied. In my experience, diseases in organisms are principally caused by supply deficits and detoxification problems, with both approaches being directly correlated. The method of proving this theoretical approach is initially qualitative empirical research. Once the hypothesis has been confirmed, the results are extended to quantitative empirical research. In principle, field research is used to prove that pathogens and pollutants can be detected in living organisms without much effort, which is secured by intersubjective agreement models. The application of a mixed methodology is based on the generalisation model.

Keywords: *Diseases in livestock, plant diseases, pests and pollutants, optimisation of processes in living organisms, environmental protection*

1. INTRODUCTION

We have been actively working on the optimisation of processes in soils, plants and animals since 2003. Since 1965, my mentor Prof Dr Siegfried Johne has been involved in research into mycorrhiza, which was our first marketable product based on research. Since 2006, we have successively developed products such as low-molecular humic acids, which optimise nutrient transport in plants. Despite these optimisations in the agricultural processes, it was sometimes not possible to solve problems, particularly with regard to certain plant diseases, even though the site conditions were classified as optimal. We were able to identify pathogens and pollutants that hindered or impeded the processes in the plants! We also found that it was always a pest/pollutant environment, meaning that there was never just one pest responsible for the situation. We used frequency analysis to determine this pest environment, as in principle each element has its own vibration pattern and can therefore be

* Bratislava University of Economics and Management, Slovakia, mail: do.greenbase@gmail.com

precisely determined on the one hand and neutralised by the counter frequency on the other. The pests or contaminants identified were initially confirmed in the laboratory using conventional methods. The frequency analysis makes work easier and can be easily transferred to other elements of the process chain, which increases the product quality of agricultural produce, reduces costs, increases yields and significantly reduces or prevents losses. The practical application at the end customer with numerous trials offered an interesting opportunity to optimise processes with simple and economically sensible measures. In this context, the biological cycle is considered, the prerequisites for optimum plant growth, the possibilities for reducing crop failure are considered in order to make agricultural operations more efficient, to reduce chemicals and to optimise costs. Accompanying side effects such as increasing harvests, improving product quality and building up humus soil structure in order to be able to incorporate more CO2 are also taken into account, as these effects not only apply to financial optimisation but also serve to protect the environment and resources.

2. THEORETICAL BACKGROUND

Living organisms are characterised by a sequence of processes. These processes need certain prerequisites in order to take place, such as minerals, trace elements and vitamins. Chemotrophic cells use the chemical energy of the compounds built up by photosynthesising cells (P.Christen etal, p.12). If these nutrients are not supplied, the organism begins to compensate. If it can no longer compensate, it builds up deficits that lead to disease. Each substance contains a certain amount of energy, which can increase during conversion (Hopp V., p. 26). These deficits cause a change in the environment (acidic) and certain pathogens accumulate there. Viruses, for example, are cell parasites without their own metabolism and use building blocks and energy from the cellular machinery, according to Christen in his work published in 2016 (p. 144). In addition, there are pollutants from the environment, food and water. This pathogen/pollutant environment now begins to weaken the organism's immune system. Rapid and comprehensive methods of analysis are needed to reactivate the blocked and impaired processes. Morphology, serological and molecular biological methods are standard methods for identifying pathogens (Börner, p.337). However, these methods are complex and time-consuming.
Until now, conventional treatment methods have involved the prophylactic treatment of animals and plants with vaccines, mineral fertilisers and pesticides in order to prevent or hinder diseases. However, this approach

reduces the quality of the product, because any kind of externally added chemicals hinder and impede processes. This approach is due to the often inappropriate breeding of animals and the inferior, often structurally weak soils of plants. The frequency analysis approach aims to recognise objects that hinder structures and processes just as prophylactically, but to counteract them with natural means in order to strengthen the immune system and allow processes to run unhindered.



Figure1 : Examples of a schematic structure of different viruses (Christen, p.144)

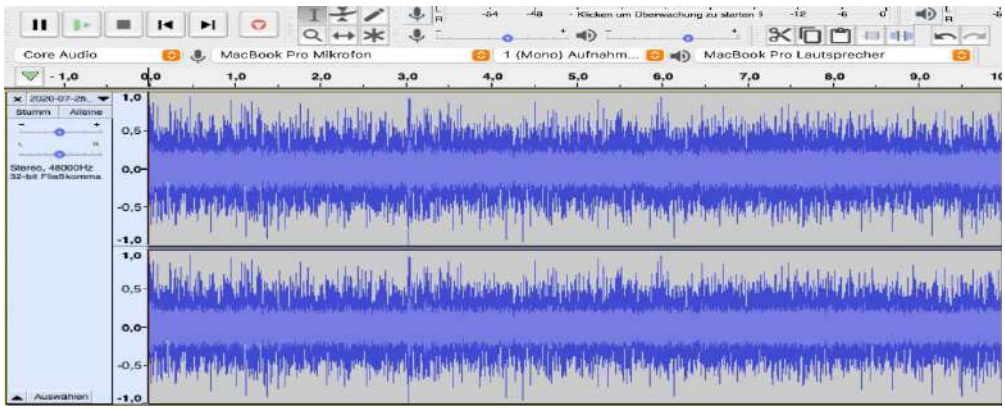


Figure2 : Vibrational spectrum of Herpes Virus Type 6 - determined in pigs saliva, urine, faeces and blood

Vibrations and their partial frequencies, such as the one shown in Figure 2, are emitted by all objects, whether living or non-living. According to Bannwarth, the frequency is the inverse of the duration of an oscillation and defines how many oscillation cycles take place in 1 second. This is measured in Hertz (1 Hz = oscillation per second) (Bannwarth et al, p. 59). This means that the vibrations of pathogens and pollutants can also be determined, measured and

subsequently neutralised. Frequency analysis makes use of this fact to identify and neutralise process-impairing and obstructing objects. By restoring process capability in crops and livestock, the risk of disease is reduced, chemicals for symptom treatment become superfluous, which significantly increases product quality, reduces financial expenditure and simplifies work processes.

3. RESEARCH METHODOLOGY

3.1. Explanation of the experiment

All analyses carried out on the animals are in accordance with European Directive 2010/63/EU of 22 September 2010

3.2. Animals and accommodation

The litters of 10 fourth-aged sows were used and housed in a farrowing room of the participating farmer. The general state of health was examined by a veterinarian. The piglets were suckled by the sow without external rearing and received a piglet starter feed from the 10th day of life. The piglets were weaned on the 28th day of life. In the rearing unit, two litters were housed together in one pen. At twelve weeks of age, the piglets were transferred to the fattening unit with the following mix: 30 (FI) received the planned vaccinations against pathogens, 30 (FNI) subsequently received the frequency-based drops. Vaccinated and unvaccinated animals were placed together. The piglets had free access to feed and water for the duration of the trial.
On the fourth day of life, 30 (FI) of the piglets received a standardised intramuscular iron injection. The male piglets were castrated under general anaesthesia and received an analgesic treatment on the 14th day of life. The 30 piglets (FI) were vaccinated against Mycoplasma hyopneumoniae on the 21st day of life. The health status of the piglets and sows was monitored daily throughout the duration of the trial.

3.3. Test setup and sampling

A total of 60 clinically healthy piglets - equal numbers of males and females - with an average body weight of 1.50 ± 0.25 kg were selected and divided into two groups with equal numbers of males and females. Piglets in the FI group received a single intramuscular injection based on vegetable oil at the

recommended dose of 5.0 mg/kg on day 0 of life within one hour of selection. Piglets in the untreated NFI control group received no injections.
The following secretions were taken from all piglets 5 days after birth: Blood, urine, faeces, saliva, swabs for skin abnormalities and ear and eye swabs. The pathogens identified, which are found circulating in a pig breeding and fattening facility, were treated in the FNI control group with the corresponding counter frequencies over a period of 30 days. The minimum current of 0.0014 A was used, which corresponds to 75% of the usual current in relation to the AC voltage, to neutralise the identified pathogens and pollutants with destructive interference. These secretion analyses were carried out every 34 days and evaluated using conventional laboratory techniques and frequency-based analysis. Across all sampling times, 14 different strains were identified by conventional laboratory techniques, whereby different strains predominated with increasing age of the pigs. On day 0, the predominant strains were Proteobacteria and Firmicutes in both sexes. The Enterobacteriaceae family dominated the microbiota composition on day 0, followed by Clostridia in both sexes. These predominant families were mainly represented by four very common OTUs, which accounted for 84 % of all readings, including the unclassified Enterobacteriaceae -OTU1, Clostridium perfringens -OTU2, unclassified Enterobacteriaceae -OTU4 and unclassified Clostridia -OTU5 on day 0 across all genders.
The frequency-based analysis revealed further pathogens and contaminants such as toxoplasmosis, Campylobacter pylori, coli bac, Aspergillus niger, Coxsacki B5, C2, B6, botulism, Staphylococcus aureus, Salmonella, cytomegalovirus, listeriosis, Tuberculinum bovinum, parotitis, Erysipelas suum, Chlamydia pneumonia, various Bacillus strains, as well as various metabolic toxins and in some cases environmental toxins such as glyphosates. In total, 94 pathogens and contaminants were detected circulating in the barn from birth to slaughter. All of these pathogens and pollutants were identified in the animals in different compositions and neutralised accordingly.

4. RESULTS AND DISCUSSION

All animals remained healthy throughout the trial and no pigs died or had to be removed from the trial. Body weight changed gradually between the two experimental groups and between male and female pigs over time. However, on the 97th day, the male and female pigs in the FNI group weighed more than the male and female pigs in the FI group. On average, the animals in the FNI group weighed approx. 5-7 kg more than the animals in the NFI group.

4.1. Results

Based on the relationship between bacterial, viral and substance diversity and body weight in pigs, the pathogens that were most significant for the body weight of pigs during the test period were determined. In principle, the immune systems of the animals were more stable and resistant to external influences that were not chemically inoculated, as evidenced by their greater agility and development. By relieving the immune system, it was better able to protect the organism against the circulating process-impeding pathogens and harmful substances and had to expend little to no energy to maintain the defence function. Although the pigs in the FI group were also classified as visually and clinically healthy, the deficit was evident in the utilisation of the feed in the conversion to body mass, which is ultimately relevant for the farmer. The advantages of this method in terms of product quality were not tested in this context, but will be the subject of one of the next trials.

4.2. Discussion

Disruptions in the early development of the immune system can have lifelong consequences for the host, as they
affect the development of the organism. In addition to other factors such as stress, feed and water quality, related to the host's metabolism, which probably influenced body weight at day 97 of life, the strong correlations between body weight and the pathogen/pollutant environment indicated that the relief of the immune system, by neutralising the identified pathogens and pollutants, may have been a factor contributing to the higher body weight gain in pigs of the NFI group as opposed to the FI group.
Apart from maturation-related changes that lead to a more diverse composition of the faecal microbiota from day 0 to 28, which reflects the issue of the breastfeeding process and the introduction of the first solid food, the species-appropriate supply of food and functional water is crucial to how the immune system is promoted and built up. The food reflects the fact which minerals, trace elements and vitamins are made available for the organism-specific processes so that these can run smoothly. The use of feed supplements to trigger process-promoting reactions should be taken into account (J. Reichling, Gachnian-Mirtscheva etal., p.19). It also shows how important the health and fitness status of the mother sow must be in order to equip the immune system to be transferred in such a way that it benefits the piglet and can offer it direct support. In this context, it is planned to set up a study in which the relief of the

mother sow's immune system by natural means has an effect on the quality of the piglets.

5. CONCLUSIONS

To summarise, it is important to build up a strong immune system that is able to protect itself against pathogens and harmful substances, regardless of the context in which they enter the organism, without the significant use of chemicals. It was found that although the pigs treated with antibiotics were also considered clinically healthy, the goal of producing a higher biomass could not be achieved. Proof of the corresponding product quality, especially with regard to amino acids, is still pending. This aspect is perhaps even more important, as the animal products are later used in the human food chain and also have a function to fulfil for human processes. The sensory properties, the nutritional properties, the hygienic-toxic properties and the processing-technological properties play a major role here (Willam A., Simianer H., p. 72).
The test showed that frequency technology has some advantages in terms of the detection and diversity of pathogens and pollutants and that it was a faster and less complicated method of analysis to use, which can not only look at faeces, but can examine all bodily secretions in one operation.

REFERENCES

1. Christen P., Jaussi R., Benoit R. (2016). *Biochemistry and molecular biology*. Springer Spektrum Verlag. Berlin-Heidelberg
2. Hopp V. (2018). *Chemical cycles in nature*. 2nd edition. Springer Spektrum Verlag. Wiesbaden, Germany
3. Börner H. (2009). *Plant diseases and plant protection*. 8th, newly revised and updated edition. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg
4. Bannwarth H., Kremer B.P., Schulz A. (2013). *Basiswissen Physik, Chemie und Biochemie - Vom Atom bis zur Atmung - für Biologen, Mediziner und Pharmazeuten*. 3rd, expanded and updated edition. Springer Spektrum Verlag, Berlin/Heidelberg
5. Reichling J., Gachnian-Mirtscheva R., Frater-Schröder M., Saller R., Rabinovich M.I., Widmaier W., (2008). *Heilpflanzenkunde für die Veterinärpraxis,* 2nd, revised and expanded edition. Springer Medizin Verlag. Heidelberg

6. Willam A., Simianer H. (2017) *Tierzucht,* 2nd, completely revised and expanded edition. Eugen Ulmer publishing house. Stuttgart

7. Ruczizka U., Metzler-Zebeli B., Unterweger C., Mann E., Schwarz L., Knecht C., Hennig-Pauka I. (2019). *Early Parenteral Administration of Ceftiofur has Gender-Specific Short- and Long-Term Effects on the Fecal Microbiota and Growth in Pigs from the Suckling to Growing Phase, retrieved on 09.04.25* https://doi.org/10.3390/ani10010017

UMJETNA INTELIGENCIJA U SAVJETODAVNIM USLUGAMA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CONSULTING

Stručni rad / Professional paper

prof. Marcel Lincényi, Ph.D.*
Ina Wunderlich, Ph.D. student*

Abstract

The aim of this research paper is to identify and describe best-practice use cases of artificial intelligence in the consulting industry. With the help of a qualitative research method, which includes expert interviews, central fields of application of AI in consulting are worked out. The results show that AI currently primarily performs supporting tasks, for example in data analysis and automated reporting, which increases the efficiency of consulting processes. However, human expertise remains crucial for comprehensive project management and strategic decisions. The research paper contributes to the discussion on innovation processes in management and is therefore closely linked to the main topics of the conference. It offers both practitioners and academics new perspectives on how AI can be profitably integrated into consulting processes.

Keywords: *Artificial intelligence, consulting, use cases, project management*

1. INTRODUCTION

Artificial Intelligence (AI) is an innovative concept that has fundamentally transformed how many industries operate and the quality of services they provide. AI is now present in a variety of areas, from autonomous vehicles and personal assistants to customized and personalized products. Particularly in the business world, AI has created the potential to better understand collected data, allowing companies to optimize processes, minimize risks, foster growth, and improve efficiency. However, it is important to note that AI is an extremely complex technology, and only a few companies are able to fully harness its

* Bratislava University of Economics and Management, mail: marcel.lincenyi@vsemba.sk
* Bratislava University of Economics and Management, mail: ina.wunderlich@gmx.de

potential. Most current AI applications rely on machine learning and deep learning.

While AI has radically changed many industries, the consulting sector has been slower in adopting and utilizing these tools. The Living Dictionary Lexico defines AI as “the theory and development of computer systems able to perform tasks normally requiring human intelligence, such as visual perception, speech recognition, decision-making, and translation between languages.”

The primary goal of this research is to provide readers with a clear understanding of how business consulting is currently conducted and to what extent AI is integrated into the solutions or services offered to clients. An important part of the study was also to determine when AI is seen as an appropriate solution to meet clients' needs. This research aims to introduce readers to the consulting industry and demonstrate how AI is currently applied and utilized in the field.

Another objective of this study is to examine whether the views of the interviewed expert align with the theoretical framework and literature and how the industry functions in practice. However, this research is not intended to be a scientific paper with precise research data. It relies on secondary data, such as literature and articles, as well as primary data from an interview conducted with an experienced consultant.

2. THEORETICAL BACKGROUND

2.1. Automation and efficiency

The application of Artificial Intelligence (AI) in management consulting is revolutionizing how firms deliver value, driven by advancements in data processing, predictive analytics, and machine learning capabilities. As industries across the board adopt digital transformation strategies, consulting firms are increasingly leveraging AI to enhance efficiency, enable data-driven insights, and address complex client needs. AI’s capacity for rapid data analysis, pattern recognition, and predictive modeling allows consultants to optimize processes and offer clients more customized solutions (Davenport & Ronanki, 2018, p. 70).

A core benefit of AI in consulting is its ability to automate routine, labor-intensive tasks, such as data cleaning, sorting, and initial analyses, freeing consultants to focus on strategic, high-impact work. For example, AI algorithms can automatically process and interpret data from various sources, allowing

consultants to build detailed, data-driven reports in a fraction of the time previously required (Brock & von Wangenheim, 2019, p. 75). Additionally, predictive analytics enables consultants to offer forward-looking insights, helping clients make proactive rather than reactive decisions (Gentsch, 2018, p. 95).

2.2. Data-driven decision-making

AI has demonstrated significant potential in data-driven decision-making processes, as well as in enhancing client interaction and relationship management. Natural Language Processing (NLP), for instance, can analyse client feedback or large amounts of textual data to identify sentiment, needs, and emerging concerns. This allows consultants to create tailored strategies that align with client expectations and market sentiment (Chui, Manyika & Miremadi, 2018, p. 103). NLP's capacity to interpret unstructured data makes it an invaluable tool in areas like customer relationship management and market analysis, as consultants can more accurately map consumer behaviours and preferences (Gamage et al., 2020, p. 185).

2.3. Strategic Planning and Decision Support

In strategic planning, AI-driven tools such as simulation modelling and scenario analysis are becoming integral to consulting. These models allow firms to test multiple strategies against potential market changes, economic shifts, or regulatory impacts. Consultants can thus offer clients strategic recommendations backed by robust, AI-generated forecasts, which is particularly advantageous in dynamic industries like finance, healthcare, and technology (Gartner, 2021, p. 27).

A further area of AI application is decision support systems. By integrating machine learning algorithms, consulting firms can enhance decision-support platforms, allowing clients to assess scenarios with greater depth and precision. AI-based decision support tools streamline complex analyses, which can otherwise be time-consuming and resource-intensive, adding value across industries and enabling clients to make quicker, more informed decisions (Kaplan & Haenlein, 2019, p. 36).

Despite the clear benefits, the application of AI in consulting is not without challenges. A primary limitation of AI is its dependency on quality data inputs, as inaccurate or biased data can lead to erroneous conclusions. Moreover, AI models require human oversight for interpretation, as they often lack the

contextual understanding necessary for complex strategic decisions (Jones & Castle, 2020, p. 78). Consultants must therefore play an active role in ensuring the data's relevance, accuracy, and ethical use, which requires additional resources and expertise (Wilson & Daugherty, 2018, p. 47).

Another challenge lies in aligning AI outputs with the broader context of client needs. AI excels at processing data within set parameters, but it may struggle to adapt to unique or changing client contexts, limiting its utility in situations where a high degree of personalization or adaptive strategy is required (Ekbia & Nardi, 2017, p. 115). Consulting firms thus must balance AI's capabilities with the human insight required for contextual understanding and decision-making.

As AI technologies continue to evolve, their applications in consulting will likely expand, supporting areas such as cognitive computing and digital transformation. The integration of AI-driven virtual assistants and interactive client dashboards, for example, can improve client engagement by allowing real-time access to data insights and fostering more dynamic consultant-client interactions (McKinsey & Company, 2020, p. 30). Furthermore, as AI becomes increasingly sophisticated, its role in strategy development and decision-making will deepen, making it a core component of future consulting methodologies (Brynjolfsson & McAfee, 2017, p. 122).

A promising area for future research is the development of AI systems that can better mimic human intuition and adaptive reasoning. Hybrid AI-human models are emerging, enabling AI systems to assist rather than replace human consultants, which fosters "collaborative intelligence." This approach emphasizes the synergy between human insight and AI precision, ensuring that clients receive comprehensive, contextualized guidance that addresses both quantitative and qualitative factors (Raisch & Krakowski, 2021, p. 214).

The study form (Frey & Osborne, 2013, p. 27) categorizes work tasks into three broad areas: transactional, relational, and expertise tasks. Each category has a different level of susceptibility to AI automation and unique implementation considerations.

Transactional tasks are routine, day-to-day activities with standardized operational procedures and cadences. These tasks are highly susceptible to AI disruption. Before the implementation of AI, these tasks are predominantly performed by humans. However, after AI implementation, a significant portion of these tasks will be automated, leading to substantial productivity gains. The study indicates that 50% of transactional tasks will be automated, while the remaining 50% will be assisted by AI (Frey & Osborne, 2013, p. 27).

Relational tasks involve managing, consulting, and guiding others, requiring significant human interaction. These tasks have minimal susceptibility to AI

disruption. Before AI implementation, relational tasks are entirely human-centric. Post-AI implementation, these tasks will largely remain human-centric, with 80% of these tasks continuing to be performed by humans and 20% being assisted by AI (Frey & Osborne, 2013, p. 28).
Expertise tasks are knowledge-based tasks that require the application of specialized skills. These tasks have low to moderate susceptibility to AI disruption. Before AI implementation, expertise tasks are primarily human driven. After AI implementation, there will be a balanced integration of AI, with 50% of these tasks being assisted by AI and the other 50% remaining human-driven (Frey & Osborne, 2013, p. 29)

3. RESEARCH METHODOLOGY

3.1. Interview as a research method

The interview is a key data collection method for qualitative research, where information is gathered through structured, semi-structured, or unstructured questions (Adhabi & Blash-Anozie, 2017). As Adhabi and Blash-Anozie (2017) explain, an interview is an interactive process involving targeted questions to gain specific insights. In qualitative research, interviews aim to understand subjects' perspectives, uncover the meanings behind their experiences, and explore their lived realities (Kvale, 1996).
Despite its value, interview research faces criticism for potential bias, especially if alternative viewpoints are lacking, and for its perceived lack of scientific validity, as responses can be subjective or influenced by emotions (Adhabi & Blash-Anozie, 2017). In this study, interviews were chosen as the primary method due to limited literature on AI's application in business consulting, specifically on its implementation and recommendations to clients. Interviewing an experienced professional provided valuable insights into the practical use of AI in consulting and the thought process guiding consultants' decisions.

3.2. Selection of the Person Interviewed

In this study, three individuals from the consulting industry were interviewed to gather diverse perspectives on the impact of AI in consulting. The first interview was conducted with a senior manager from Campana & Schott, who works as a client advisor for project and transformation management. The second interviewee was the Head of AI at Klynfeld-Peat-Marwick-Goerdeler

(KPMG) Switzerland, and the third was a consultant from the Tax and Legal department at KPMG Switzerland. This selection allows for drawing conclusions from a range of hierarchical levels and client proximities, as the interviewees come from both a Big Four firm and a smaller boutique consultancy. This diversity provides a comprehensive view of the consulting industry.

All interviewees were asked the same set of open-ended and semi-structured questions. This approach allows for flexibility, enabling the interviewees to freely discuss relevant topics while also ensuring that key aspects are addressed. Each interview lasted between 50 and 70 minutes and was conducted in German. The interviews were conducted online, transcribed, and the statements were linguistically standardized, consolidated, and evaluated.

To gain a comparative perspective from another industry, the financial sector was selected, as it has undergone the most significant changes due to AI in recent years. An additional interview was conducted with a department head of sales management for private customers. The same set of questions was posed to this interviewee. This interview, also conducted in German, lasted 50 minutes. This approach allows for a comparison between the consulting and financial sectors, providing insights into the broader impact of AI across different industries.

3.3. Interview Questions

Not all questions were asked during the interview, but all topics mentioned in the questions were addressed. Below are the questions that were prepared in advance:

- Could you please introduce yourself, including your background and job responsibilities?
- What is your perspective on AI?
- Can you provide an overview of how business consulting is typically conducted?
- What are the current hot topics in various industries?
- Do you offer AI solutions, and if so, what types?
- How do you assess the best AI solution for your clients?
- What is your perspective on AI within the consulting industry?
- What are your thoughts on the future of AI in consulting?
- Which tasks do you think remain largely or exclusively in human hands?

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1. Analysis of AI Integration in Consulting Practices

The interviews provide an in-depth look into the interviewees' backgrounds, their views on AI, and the ways they integrate AI into consulting practices. The experts began by introducing their professional journeys, outlining their responsibilities and experience in consulting. This context underlines their authority in discussing AI's role within the industry and offers valuable insights into how consulting is adapting to technological advancements.

On the topic of AI, the experts conveyed a balanced perspective, recognizing AI as a powerful tool for enhancing productivity and streamlining processes but also highlighting its limitations, particularly in areas where complex, nuanced problem-solving is required. According to the interviewees, AI serves as a valuable resource but should not be seen as a universal solution. This approach reflects a realistic view of AI's current capabilities, appreciating its contributions while maintaining a critical view on its boundaries within the consulting sector.

When asked to provide an overview of traditional business consulting practices, the interviewees explained that consulting is rooted in understanding client needs, analyzing their challenges, and delivering tailored solutions. While AI has become a significant focus, they stressed that the consulting process remains primarily about meeting the client's specific objectives, rather than focusing solely on the latest technological trends. This highlights a core value in consulting, which is to prioritize client needs over any given technology, no matter how advanced.

Regarding current industry trends, the interviewees noted that digital transformation, process automation, and data-driven decision-making are top priorities across various sectors. AI was identified as a key area of interest, particularly in industries seeking to optimize supply chains, improve customer experience, and harness predictive analytics for strategic planning. These trends align with broader industry insights, showing how businesses are increasingly leveraging AI to gain competitive advantages.

When discussing their company's AI solutions, the interviewees mentioned a range of offerings, including automation tools, data analysis capabilities, and machine learning models. These solutions are aimed at boosting operational efficiency and providing scalable, practical improvements. Notably, the experts emphasized that while AI solutions are available to clients, they are not positioned as one-size-fits-all answers. This suggests a thoughtful approach to

AI, where solutions are tailored to the specific needs and objectives of each client.

In determining the best AI solution for clients, the interviewees described a methodical process that begins with an assessment of the client's unique requirements and challenges. They explained that potential AI solutions are only proposed after a careful evaluation of how well they align with the client's business goals. This approach underscores the importance of using AI thoughtfully, ensuring that it serves a real business purpose rather than being implemented for novelty's sake.

From an industry perspective, the interviewees view AI as both a promising opportunity and a potential disruptor within consulting. They acknowledged AI's ability to enhance productivity and expand consulting capabilities, while also recognizing that it could challenge traditional consulting roles. This dual perspective suggests that while AI might simplify or even automate some aspects of consulting, it is likely to shift the demand toward services that rely on complex human judgment and creativity.

Looking ahead, the interviewees expressed cautious optimism about AI's future in consulting. They predicted that AI will become a staple in the industry as more companies become aware of its advantages, particularly for data analysis and process optimization. However, the experts were careful to note that AI is unlikely to replace human consultants entirely; rather, it will serve as a complementary tool that allows consultants to deliver more impactful solutions. Their outlook suggests that AI will shape consulting practices and redefine how value is delivered to clients, while human expertise will remain essential in areas that require strategic insight and innovative thinking.

4.2. Differences Between AI in Consulting and AI in the Finance Sector

The interviews revealed notable differences in how AI is applied in the consulting and finance sectors. In consulting, AI is primarily used to enhance productivity, streamline processes, and provide data-driven insights that help consultants deliver tailored solutions to clients. The focus is on using AI to support human consultants by automating routine tasks, enabling more efficient data analysis, and offering predictive analytics to inform strategic decision-making.

In contrast, the finance sector has seen a more profound transformation due to AI. Financial institutions leverage AI for a wide range of applications, including risk assessment, fraud detection, personalized financial services, and algorithmic trading. AI in finance is often integrated into core business

processes, where it plays a critical role in enhancing operational efficiency, improving customer experience, and driving innovation. The finance sector's reliance on AI for real-time data analysis and decision-making highlights its potential to significantly disrupt traditional financial services.

The interview with the department head of sales management for private customers at a major financial institution provided valuable insights into these differences. The interviewee emphasized that the finance sector's early adoption of AI has led to substantial changes in how financial services are delivered, with AI becoming an integral part of daily operations. This contrasts with the consulting sector, where AI is still primarily seen as a tool to augment human capabilities rather than replace them entirely.

By comparing the use of AI in these two sectors, it becomes clear that while both industries benefit from AI's capabilities, the extent and nature of its impact differ significantly. The finance sector's more advanced integration of AI serves as a model for other industries, including consulting, to understand the potential benefits and challenges of adopting AI technologies.

5. CONCLUSION

The purpose of this research is to provide readers with insights and information about consulting in general and to examine how AI is applied in the industry, based on four interviews conducted with experts in the field. The findings indicate that the extensive theoretical research aligns with the interviewees' views, suggesting that both the theoretical and practical perspectives mutually validate the conclusions drawn.

This research will be valuable for anyone interested in understanding business consulting in general, its operational mechanisms, how AI is currently implemented in consulting, and what role AI may play in the industry’s future. It also benefits individuals who wish to learn more about the diverse areas one can work in as a consultant.

The information obtained from the interviews was not surprising and further supported our initial assumptions. However, there were intriguing points regarding how AI is not always the primary solution and that it is simply one tool among many others that consultants use to address clients’ issues.

The aim of this research was to assess the extent to which AI solutions and tools are offered as consulting solutions, identify specific solutions provided, and gain a clearer picture of the current capabilities of consulting companies regarding AI implementation.

Unfortunately, the study did not provide an in-depth understanding of how AI is implemented within the consulting industry, as there were no case studies from which to draw such information. From the theoretical analysis and the interviews, it was also evident that AI does not yet play a central role in selecting the appropriate solution for clients. Consultants evaluate clients' needs and choose the most suitable approach, irrespective of the technology involved.

Clients' needs vary greatly, so the required solutions differ as well. Many companies are uncertain about how to implement AI or how it could benefit them. At this point, consultants play a crucial role, suggesting simpler applications like automation, RPA, or chatbot functionalities to introduce AI to the company. As the company becomes more familiar with the benefits and operations of AI, they can then implement more complex and advanced solutions.

Currently, there are numerous smaller consulting firms that specialize solely in AI solutions. They help companies embark on AI by providing straightforward analyses on areas of focus or developing simple algorithms for specific tasks. The AI consulting sector is still relatively new, with no dominant players controlling it.

The findings support several assumptions, as seen in the Harvard Business Review article *AI May Soon Replace Even the Most Elite Consultants*, which discusses the substantial changes the consulting industry will likely face in the coming years. Although the interviews suggested that AI would enhance efficiency and productivity in the industry in the long term, AI represents an inevitable threat.

However, these findings cannot be considered definitively valid, as they are based on only four interviews, leaving the data insufficient to be scientifically robust. There is also the possibility of bias, as the subject was explored from only a limited number of perspectives. Nonetheless, the alignment between the theoretical work and interview findings suggests that there is truth in the conclusions presented in this paper.

The credibility of this paper would be improved by conducting interviews with more experts to confirm the findings and reduce the impact of bias.

REFERENCES

1. Adhabi, E. A. R. and Blash-Anozie, C. (2017) 'Literature Review for the Type of Interview in Qualitative Research', International Journal of Education, 9(3), pp. 86 – 97,

2. Brock, J., & von Wangenheim, F. (2019). Artificial intelligence in customer-facing applications: Issues and future research. *Journal of Service Management*, 30(1), 67–98.
3. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *Machine, Platform, Crowd: Harnessing Our Digital Future*. New York: W.W. Norton & Company.
4. Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2018). What AI can and can't do (yet) for your business. *McKinsey Quarterly*, 55(2), 98–112.
5. Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial Intelligence for the Real World. *Harvard Business Review*, 96(1), 64–72.
6. Ekbia, H. R., & Nardi, B. A. (2017). *Heteromation, and Other Stories of Computing and Capitalism*. Cambridge: MIT Press.
7. Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization? Retrieved from *An external link was removed to protect your privacy.*
8. Gamage, T., de Alwis, A., & Abeysekera, N. (2020). Natural Language Processing: Enhancing customer experience in consulting. *Journal of Management Science*, 28(4), 175–196.
9. Gentsch, P. (2018). *Künstliche Intelligenz für Sales, Marketing und Service*. Wiesbaden: Springer Gabler.
10. Jones, M., & Castle, J. (2020). The role of human expertise in AI-driven management. *Consulting Review*, 45(3), 70–79.
11. Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25.
12. Kvale, S. (1996). Interviews: An introduction to qualitative research interviewing. Thousand Oaks, CA: Sage.
13. McKinsey & Company. (2020). *The state of AI in consulting*. New York: McKinsey & Company.
14. Raisch, S., & Krakowski, S. (2021). Artificial Intelligence and Management: The Automation–Augmentation Paradox. *Academy of Management Review*, 46(2), 192–215.
15. Wilson, H. J., & Daugherty, P. R. (2018). Collaborative Intelligence: Humans and AI are joining forces. *Harvard Business Review*, 96(4), 45–53.

CLOUD U MODERNIM E-TRGOVINAMA

CLOUD COMPUTING IN MODERN E-COMMERCE

Stručni rad / Professional paper

Pred. VŠ Maja Gakić*
Pred. VŠ. Ana Šego*
Ivana Vukojević, studentica*

Sažetak

Cloud tehnologija igra ključnu ulogu u modernim e-trgovinama, omogućujući im skalabilnost, fleksibilnost i sigurnost, čime se smanjuje potreba za velikim početnim ulaganjima u IT infrastrukturu. Omogućuje pohranu podataka, obradu velikih količina informacija, brži razvoj aplikacija i usluga, te integraciju s umjetnom inteligencijom i automatskim procesima.Cloud modeli poput javnog, privatnog i hibridnog clouda nude različite prednosti i primjene, optimizirajući resurse i poslovne procese u e-trgovini. Korištenje clouda također poboljšava korisničko iskustvo kroz personalizaciju, brže procesuiranje narudžbi i veću sigurnost.Primjeri poput Amazona i njegovog AWS-a, te eBaya s naprednom analizom podataka pokazuju kako se cloud koristi u e-trgovini. Trenutni trendovi uključuju integraciju s umjetnom inteligencijom, automatizaciju procesa pomoću chatbotova i personalizaciju korisničkog iskustva. Iako cloud donosi mnoge prednosti, sigurnost podataka i regulatorni zahtjevi ostaju važni izazovi za sigurnu primjenu u e-trgovini.

Ključne riječi*: cloud tehnologija, e-trgovina, umjetna inteligencija, sigurnost podataka*

Abstract

Cloud technology plays a key role in modern e-commerce, enabling scalability, flexibility, and security, which reduces the need for large initial investments in IT infrastructure. It allows for data storage, processing of large volumes of information, faster development of applications and services, and integration

* Visoka škola “Logos – Centar” Mostar, email: maja.gakic@logos-centar.com
* Visoka škola “Logos – Centar” Mostar, email: ana.sego@logos-centar.com
* Visoka škola “Logos – Centar” Mostar, email: ivana.vukojevic@logos-centar.com

with artificial intelligence and automated processes.Cloud models such as public, private, and hybrid clouds offer various advantages and applications, optimizing resources and business processes in e-commerce. The use of cloud also improves the customer experience through personalization, faster order processing, and increased security.Examples such as Amazon with its AWS, and eBay with advanced data analytics, demonstrate how cloud is used in e-commerce. Current trends include integration with artificial intelligence, process automation using chatbots, and personalization of the customer experience. Although cloud technology brings many benefits, data security and regulatory requirements remain important challenges for secure implementation in e-commerce.

***Keywords**: cloud technology, e-commerce, artificial intelligence, data security*

1. UVOD

U današnjem dobu elektronička trgovina (e-trgovina) postala je ključan segment globalnog gospodarstva. Zahvaljujući ubrzanom razvoju internetskih tehnologija i promjenama u ponašanju potrošača, kupnja i prodaja proizvoda te usluga putem interneta postale su svakodnevna pojava. E-trgovina ne samo da omogućuje poslovnim subjektima širenje na nova tržišta i povećanje prihoda, već korisnicima pruža jednostavan, brz i često jeftiniji način kupovine iz udobnosti vlastitog doma.

Razvoj e-trgovine započeo je još krajem 20. stoljeća, s pojavom prvih online prodavaonica, no tek je razvojem mobilnih aplikacija, društvenih mreža i naprednih tehnologija doživjela svoj puni procvat. Danas, gotovo svaka ozbiljna kompanija ima razvijen sustav internetske prodaje, a mali i srednji poduzetnici također sve više ulažu u digitalne kanale prodaje. Pandemija COVID-19 dodatno je ubrzala digitalnu transformaciju trgovine, istaknuvši važnost fleksibilnosti i prilagodbe promjenjivim tržišnim uvjetima.

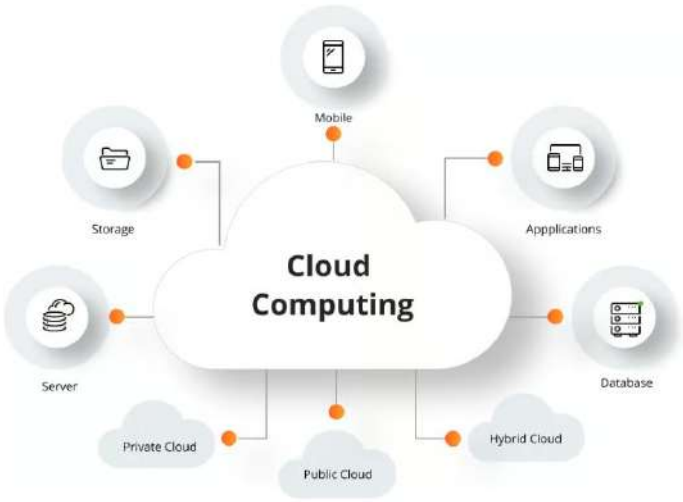
U tom kontekstu, cloud (računarstvo u oblaku) postaje temeljna tehnologija koja omogućuje skalabilnost, dostupnost i sigurnost informatičkih sustava e-trgovine. Cloud computing omogućuje trgovcima pohranu i obradu velikih količina podataka, upravljanje internetskim platformama i pružanje korisničkih usluga bez potrebe za velikim početnim ulaganjima u IT infrastrukturu. Osim što optimizira poslovne procese, cloud tehnologija pruža i mogućnost brže inovacije te prilagodbe korisničkim zahtjevima.

Ovaj rad bavit će se ulogom i primjenom cloud tehnologije u modernim e-trgovinama, analizom njezinih prednosti, izazova, kao i aktualnih i budućih trendova u digitalnom poslovanju. Cilj je prikazati kako cloud potiče razvoj e-

trgovine te koje su njegove ključne funkcije u stvaranju konkurentske prednosti na tržištu.

2. CLOUD COMPUTING

Cloud computing, odnosno računalstvo u oblaku, predstavlja model isporuke računalnih resursa putem interneta. Umjesto da tvrtke i pojedinci održavaju vlastite fizičke servere i infrastrukturu, koriste udaljene servere koji pružaju snagu obrade, pohranu podataka, aplikacije i druge IT usluge – sve dostupno na zahtjev i najčešće uz plaćanje prema korištenju. Ova tehnologija omogućuje korisnicima pristup podacima i aplikacijama s bilo kojeg mjesta na svijetu, uz uvjet pristupa internetu.
Prema definiciji Nacionalnog instituta za standarde i tehnologiju (NIST), cloud computing je „model koji omogućuje jednostavan, mrežni pristup konfiguriranim računalnim resursima (npr. mrežama, serverima, pohrani, aplikacijama i uslugama) koji se mogu brzo osigurati i pustiti u rad s minimalnim naporom upravljanja ili interakcije s pružateljem usluga.” Drugim riječima, cloud omogućuje korisnicima da koriste napredne IT usluge bez potrebe za njihovim fizičkim posjedovanjem ili održavanjem.



Slika 1. Skica cloud computing-a

Cloud computing ima nekoliko osnovnih karakteristika koje ga čine privlačnim i efikasnim rješenjem za poslovne korisnike, uključujući i sektor e-trgovine:

- Na zahtjev, samoposluživanje - Korisnici mogu automatski, bez interakcije s pružateljem usluga, zatražiti i koristiti računalne resurse.
- Širok pristup mreži - Usluge su dostupne putem interneta i mogu se koristiti s različitih uređaja (računala, pametnih telefona, tableta itd.)
- Zajednički resursi -Više korisnika dijeli iste resurse (servere, memoriju, prostor za pohranu), što omogućuje efikasnije korištenje.
- Brza elastičnost - Sustav se može brzo skalirati prema potrebi – povećati ili smanjiti resurse ovisno o potražnji.
- Mjerena usluga - Korištenje resursa se prati i mjeri, pa korisnici plaćaju samo ono što koriste.

3. VRSTE CLOUD MODELA

3.1. Javni cloud (Public Cloud)

Javni cloud je model u kojem se informatičke usluge – poput pohrane podataka, servera, aplikacija i mrežnih rješenja – nude široj javnosti putem interneta, a pružatelj usluga je odgovoran za upravljanje infrastrukturom. Usluge se nalaze na serverima pružatelja (npr. Amazon Web Services – AWS, Microsoft Azure, Google Cloud) i dostupne su više korisnika istovremeno, koji dijele iste resurse (tzv. multi-tenant okruženje).
Prednosti javnog clouda:

- Niski početni troškovi i plaćanje po korištenju
- Skalabilnost – lako se povećava ili smanjuje količina resursa
- Nema potrebe za održavanjem fizičke infrastrukture
- Velika pouzdanost i dostupnost

Nedostaci:

- Manja kontrola nad podacima i sigurnosnim postavkama
- Mogućnost sigurnosnih rizika zbog dijeljenja resursa s drugim korisnicima

3.2. Privatni cloud (Private Cloud)

Privatni cloud je namijenjen isključivo jednoj organizaciji. Infrastruktura može biti smještena unutar same organizacije ili kod treće strane, ali u svakom slučaju namijenjena je samo toj organizaciji. Ovaj model omogućuje veću kontrolu, sigurnost i prilagodbu specifičnim poslovnim zahtjevima.
Prednosti:

- Veća razina sigurnosti i zaštite podataka

- Potpuna kontrola nad infrastrukturom i postavkama
- Prilagodba specifičnim potrebama poslovanja

Nedostaci:

- Veći troškovi implementacije i održavanja
- Potreba za vlastitim IT timom i infrastrukturom

3.3. Hibridni cloud (Hybrid Cloud)

Hibridni cloud kombinira elemente javnog i privatnog clouda, omogućujući organizacijama da koriste prednosti oba modela. Na primjer, osjetljivi podaci mogu se pohraniti u privatnom cloudu, dok se manje kritične usluge pokreću putem javnog clouda. Ova kombinacija pruža veću fleksibilnost, optimizaciju troškova i bolju prilagodbu promjenama u poslovnom okruženju.

Prednosti:

- Balans između sigurnosti i efikasnosti
- Veća fleksibilnost i prilagodljivost poslovnim potrebama
- Mogućnost korištenja javnog clouda za skaliranje resursa u vrijeme velikih potreba (tzv. cloud bursting)

Nedostaci:

- Složenije upravljanje i integracija sustava
- Potreba za naprednijim znanjem i planiranjem sigurnosti

Svaki od navedenih modela ima svoju ulogu u razvoju i funkcioniranju e-trgovine. Odabir optimalnog cloud rješenja ovisi o vrsti usluga koje e-trgovina nudi, količini podataka, razini sigurnosti koja je potrebna te o planovima za budući rast poslovanja.

4. CLOUD USLUGE

4.1. IaaS – Infrastructure as a Service

IaaS je osnovni model cloud usluga koji korisnicima pruža pristup temeljnoj IT infrastrukturi kao što su virtualni serveri, mreže, pohrana podataka i operativni sustavi. Korisnici sami upravljaju softverskim okruženjem, dok pružatelj usluge održava fizičku infrastrukturu.

Primjeri IaaS pružatelja: Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform (GCP)

Prednosti IaaS-a:

- Visoka razina kontrole nad operativnim sustavima i aplikacijama
- Skalabilnost i fleksibilnost u korištenju resursa

- Idealno za organizacije koje žele sami upravljati aplikacijama, ali bez potrebe za vlastitim podatkovnim centrom

Primjena u e-trgovini: E-trgovine mogu koristiti IaaS za izgradnju i prilagodbu vlastitih platformi, upravljanje bazama podataka i podršku za velike količine internetskog prometa tijekom sezonskih prodaja.

4.2. PaaS – Platform as a Service

PaaS je model koji korisnicima pruža gotovu platformu za razvoj, testiranje i upravljanje aplikacijama bez brige o osnovnoj infrastrukturi. To uključuje razvojne alate, baze podataka, poslužitelje i operativne sustave.
Primjeri PaaS pružatelja: Google App Engine, Microsoft Azure App Services, Heroku
Prednosti PaaS-a:

- Brži razvoj aplikacija bez potrebe za održavanjem infrastrukture
- Podrška za suradnju više programera na istom projektu
- Automatizirano skaliranje i integracija alata za testiranje i implementaciju

Primjena u e-trgovini: Omogućuje brzo kreiranje novih funkcionalnosti (npr. sustavi za naplatu, preporuke proizvoda, korisnički profili) unutar web trgovina, bez potrebe za dubokom infrastrukturnom podrškom.

4.3. SaaS – Software as a Service

SaaS je najčešće korišten model cloud usluga u svakodnevnom poslovanju. U ovom modelu, korisnici putem interneta pristupaju gotovim aplikacijama koje održava i ažurira pružatelj usluge. Korisniku nije potrebna instalacija softvera niti tehnička podrška – sve se odvija u cloudu.
Primjeri SaaS aplikacija: Shopify, Salesforce, Google Workspace, Microsoft 365
Prednosti SaaS-a:

- Brza dostupnost i jednostavno korištenje
- Smanjeni troškovi implementacije i održavanja
- Automatske nadogradnje i sigurnosne zakrpe

Primjena u e-trgovini: SaaS rješenja kao što je Shopify omogućuju brzu i jednostavnu izradu internetske trgovine, upravljanje narudžbama, integraciju s društvenim mrežama i marketinškim alatima, što ih čini idealnim za male i srednje poduzetnike.
Kombinacija ovih modela često se koristi u praksi, ovisno o kompleksnosti sustava i potrebama korisnika. E-trgovine, posebno one koje rastu i šire

poslovanje, često započinju sa SaaS rješenjima, a s vremenom prelaze na PaaS ili IaaS kako bi dobile veću kontrolu i mogućnosti prilagodbe.

5. PREDNOSTI KORIŠTENJA CLOUDA U E-TRGOVINI

Primjena cloud tehnologije u e-trgovini donosi brojne prednosti koje omogućuju brži rast, veću učinkovitost i bolju konkurentsku poziciju na tržištu. Upravo zbog svojih tehničkih i poslovnih prednosti, cloud se sve više koristi kao temeljna infrastruktura u modernim internetskim trgovinama. U nastavku su istaknute ključne koristi koje cloud pruža e-trgovini.

- Skalabilnost i fleksibilnost - Jedna od najvećih prednosti cloud tehnologije je njena skalabilnost. E-trgovine se često suočavaju s promjenama u opsegu posla, primjerice tijekom sezonskih popusta, praznika ili marketinških kampanja. Cloud omogućuje automatsko povećanje ili smanjenje računalnih resursa u skladu s trenutnim potrebama poslovanja, bez prekida u radu. Fleksibilnost clouda omogućuje trgovcima da brzo reagiraju na promjene u prometu i ponašanju kupaca, bez dodatnih ulaganja u fizičku infrastrukturu.
- Smanjenje troškova - Tradicionalna IT infrastruktura zahtijeva velika početna ulaganja u opremu, softver i održavanje, dok cloud model omogućuje plaćanje prema stvarnom korištenju. To znači da e-trgovine mogu izbjegavati nepotrebne troškove, budući da ne moraju kupovati i održavati vlastite servere. Osim toga, korištenje cloud usluga često uključuje automatske nadogradnje i sigurnosne zakrpe, čime se dodatno smanjuju operativni troškovi.
- Brže vrijeme reakcije i dostupnost - Cloud tehnologija omogućuje bržu isporuku usluga i visoku dostupnost sustava, što je posebno važno za e-trgovinu koja mora biti dostupna 24/7. Zahvaljujući distribuiranoj prirodi clouda, internetske trgovine mogu raditi neprekidno, čak i u slučaju tehničkih problema na pojedinim lokacijama. Brže vrijeme učitavanja stranica, brzo procesuiranje narudžbi i stalna povezanost s korisnicima rezultiraju boljim poslovnim rezultatima i većim zadovoljstvom kupaca.
- Sigurnost i pouzdanost - Iako se često postavlja pitanje sigurnosti u oblaku, renomirani cloud pružatelji ulažu znatna sredstva u zaštitu podataka, sigurnosne protokole i sustave za oporavak u slučaju kvara.

Podaci su pohranjeni na više lokacija, što smanjuje rizik od gubitka podataka i omogućuje brzu obnovu u slučaju nezgoda. Dodatno, cloud rješenja često uključuju enkripciju, autentifikaciju više faktora i alate za nadzor, čime se osigurava visoka pouzdanost poslovanja.

- Optimizacija korisničkog iskustva - U e-trgovini je kvaliteta korisničkog iskustva jedan od najvažnijih faktora uspjeha. Cloud omogućuje personalizaciju sadržaja, integraciju s alatima za analizu ponašanja korisnika, preporuke proizvoda temeljem podataka te brzu obradu plaćanja i dostave. Zahvaljujući cloudu, trgovine mogu koristiti alate poput umjetne inteligencije i strojnog učenja kako bi bolje razumjele svoje kupce i nudile im točno ono što žele – u pravo vrijeme i na pravom mjestu.

Sve navedene prednosti čine cloud nezamjenjivim alatom za razvoj i konkurentnost u e-trgovini. Omogućuje bržu prilagodbu tržištu, smanjenje rizika, veću učinkovitost i zadovoljstvo krajnjih korisnika – što su ključni elementi za uspjeh u digitalnom poslovnom okruženju.

6. PRIMJERI PRIMJENE CLOUDA U E-TRGOVINI

6.1. Amazon – AWS kao temelj skalabilnosti i performansi

Amazon, jedan od najvećih svjetskih divova u području e-trgovine, ne samo da koristi cloud, već i sam pruža cloud usluge putem svoje platforme Amazon Web Services (AWS). AWS je ključna komponenta Amazonovog poslovanja jer omogućuje ogromnu skalabilnost, brzinu obrade podataka i visoku dostupnost sustava.

Korištenjem vlastite cloud infrastrukture, Amazon može:

- Brzo reagirati na povećanje prometa, osobito tijekom globalnih akcija poput „Black Friday“ ili „Cyber Monday“
- Obraditi milijune transakcija u sekundi
- Upravljati skladištem, logistikom i korisničkom podrškom na globalnoj razini

Amazon je također omogućio drugim e-trgovinama da koriste AWS za izgradnju vlastitih platformi, čime dodatno širi utjecaj cloud tehnologije na cjelokupnu industriju.



Slika 2. AWS logo

6.2. eBay – Analiza podataka i infrastruktura

eBay je još jedan primjer velike e-trgovinske platforme koja koristi cloud za obradu podataka i upravljanje infrastrukturom. eBay koristi cloud kako bi učinkovito analizirao goleme količine podataka koje generiraju korisnici – uključujući pretraživanja, ponude, kupnje i ocjene.
Primjena clouda omogućuje eBayu da:

- Unaprijedi preporučne algoritme i personalizira korisničko iskustvo
- Detektira sumnjive aktivnosti i spriječi prevare u realnom vremenu
- Osigura stabilnost sustava i brzinu platforme čak i u trenucima visokog opterećenja

Kombinacija napredne analitike i fleksibilne cloud infrastrukture omogućuje eBayu da ostane konkurentan na globalnom tržištu.



Slika 3. eBay logo

7. TRENUTNI TRENDOVI U CLOUD E-TRGOVINI

7.1. Integracija s AI i machine learningom

Cloud tehnologija omogućuje jednostavnu integraciju s naprednim algoritmima umjetne inteligencije (AI) i strojnog učenja (machine learning). Ove tehnologije

pomažu e-trgovinama u analizi velikih količina podataka u stvarnom vremenu, otkrivanju obrazaca u ponašanju korisnika i donošenju boljih poslovnih odluka. Primjeri primjene uključuju:

- Prediktivnu analizu potražnje i upravljanje zalihama
- Automatsko prilagođavanje cijena u realnom vremenu
- Identifikaciju prijevara u online plaćanjima
- Preporuke proizvoda temeljene na povijesti pretraga i kupovine

Zahvaljujući cloudu, ovakve AI funkcionalnosti dostupne su i manjim trgovcima, bez potrebe za složenom infrastrukturom ili velikim ulaganjima.

7.2. Automatizacija procesa i chatbotovi

Još jedan važan trend je automatizacija poslovnih procesa, koju cloud omogućuje kroz povezivanje s različitim aplikacijama i servisima. Automatizacija uključuje zadatke poput upravljanja narudžbama, fakturiranja, slanja obavijesti o dostavi i vođenja evidencije o kupcima.

Poseban fokus stavlja se na chatbotove, odnosno virtualne asistente koji komuniciraju s korisnicima u stvarnom vremenu. Chatbotovi, podržani AI tehnologijom i pohranjeni u cloudu, mogu odgovarati na najčešća pitanja, pomagati pri kupnji, rješavati probleme s narudžbom i usmjeravati korisnike prema relevantnim proizvodima.

To smanjuje potrebu za ljudskim resursima u korisničkoj podršci i omogućuje pružanje 24/7 usluge, što dodatno povećava zadovoljstvo kupaca.

7.3. Personalizacija korisničkog iskustva uz pomoć clouda

Jedan od najvažnijih faktora u uspješnoj e-trgovini danas je personalizacija, a upravo cloud pruža moćne alate za njezinu implementaciju. Korištenjem podataka o prethodnim kupovinama, pretragama i interesima korisnika, trgovine mogu:

- Prikazivati personalizirane oglase i ponude
- Nuditi proizvode koji najbolje odgovaraju korisnikovim preferencijama
- Slati ciljane marketinške kampanje i newslettere

Cloud omogućuje centraliziranu obradu i analizu podataka iz više izvora (web stranica, mobilne aplikacije, društvene mreže), što omogućuje sveobuhvatan uvid u ponašanje korisnika i dinamičku prilagodbu sadržaja.

Integracija clouda s naprednim tehnologijama poput umjetne inteligencije, automatizacije i personalizacije korisničkog iskustva donosi e-trgovinama znatnu konkurentsku prednost. Ovi trendovi ne samo da optimiziraju

poslovanje, već stvaraju i snažnije veze s kupcima, što je ključno za dugoročan uspjeh u digitalnom okruženju.

8. IZAZOVI I NEDOSTACI KORIŠTENJA U CLOUD E-TRGOVINI

Iako cloud tehnologija donosi brojne prednosti e-trgovini, poput skalabilnosti, fleksibilnosti i uštede troškova, njezina primjena nije bez izazova i potencijalnih nedostataka. Posebno u sektorima kao što je e-trgovina, gdje se svakodnevno obrađuju osjetljivi podaci korisnika i velik broj transakcija, važno je prepoznati i adresirati moguće rizike. U nastavku su prikazani najvažniji izazovi povezani s korištenjem cloud tehnologije u e-trgovini.

Jedan od glavnih izazova korištenja clouda je sigurnost podataka i zaštita privatnosti korisnika. Budući da se podaci pohranjuju na udaljenim serverima koje održava treća strana, postoji rizik od neovlaštenog pristupa, curenja podataka ili hakerskih napada. E-trgovine često prikupljaju osjetljive informacije poput podataka o kreditnim karticama, adresama i osobnim preferencijama kupaca, što ih čini metom kibernetičkih prijetnji. Osim tehničkih rizika, postoji i pravna komponenta, jer različite države imaju različite regulative o zaštiti podataka (npr. GDPR u Europskoj uniji), što može predstavljati dodatne izazove pri korištenju globalnih cloud usluga.

Korištenje clouda podrazumijeva veliku razinu povjerenja prema pružatelju usluga, što može dovesti do ovisnosti o jednom dobavljaču – fenomen poznat kao vendor lock-in. U slučaju tehničkih problema, promjene u uvjetima korištenja, povećanja cijena ili prestanka rada pružatelja usluga, poduzeća mogu imati ozbiljne poteškoće u nastavku poslovanja. Također, ovisnost o pružatelju znači da organizacija mora prihvatiti ograničenja njihove platforme, što može otežati implementaciju specifičnih poslovnih rješenja ili razvoj vlastitih funkcionalnosti.

Migracija postojećih sustava na cloud može biti tehnički složen i dugotrajan proces, posebno za veće e-trgovine koje koriste različite aplikacije i baze podataka. Pojavljuju se izazovi vezani uz kompatibilnost između različitih sustava, potrebu za prilagodbom postojećeg softvera i edukacijom osoblja. Također, prijenos velikih količina podataka u oblak zahtijeva pažljivo planiranje kako bi se izbjegli prekidi u radu sustava i gubitak podataka. Ako se migracija ne provede ispravno, može doći do zastoja u poslovanju, nezadovoljstva korisnika i financijskih gubitaka.

9. ZAKLJUČAK

Cloud tehnologija postala je ključan alat u razvoju moderne e-trgovine, omogućujući trgovcima pristup snažnim, fleksibilnim i skalabilnim rješenjima koja olakšavaju upravljanje poslovanjem, optimiziraju korisničko iskustvo i otvaraju vrata inovacijama. Korištenjem clouda, e-trgovine mogu brzo reagirati na promjene na tržištu, analizirati velike količine podataka, personalizirati ponude te osigurati visoku dostupnost i sigurnost svojih platformi. Modeli usluga kao što su IaaS, PaaS i SaaS pružaju različite razine kontrole i funkcionalnosti, prilagođene potrebama malih, srednjih i velikih poslovnih subjekata.

Međutim, s brojnim prednostima dolaze i određeni izazovi. Sigurnosni i privatnosni rizici, ovisnost o pružateljima usluga i potencijalni tehnički problemi pri migraciji zahtijevaju pažljivo planiranje, kontinuirano praćenje sustava i odabir pouzdanih partnera. Uspješno korištenje clouda ne temelji se isključivo na tehnologiji, već i na strateškom pristupu, edukaciji kadrova i spremnosti na prilagodbu.

Uspjeh u današnjem digitalnom okruženju ne ovisi samo o ponudi proizvoda, već i o tehnološkoj sposobnosti poduzeća da prati trendove i brzo se prilagođava promjenama. Praćenje razvoja umjetne inteligencije, strojnog učenja, automatizacije i drugih naprednih alata koji se integriraju s cloudom postaje nužno za očuvanje konkurentnosti.

Gledajući prema budućnosti, jasno je da će e-trgovina nastaviti rasti i transformirati se, a cloud će ostati jedan od glavnih pokretača inovacija. Očekuje se još veća integracija s Internetom stvari (IoT), edge computingom, zelenim tehnologijama i naprednom analitikom. Organizacije koje prepoznaju i iskoriste potencijal clouda bit će u prednosti – ne samo u pogledu efikasnosti, već i u stvaranju dugoročnih odnosa s kupcima, inovacija u poslovnim modelima i otvaranju novih tržišta.

LITERATURA

1. Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., et al. (2010). *A View of Cloud Computing*. Communications of the ACM, 53(4), 50–58.
2. Buyya, R., Vecchiola, C., & Selvi, S. T. (2013). *Mastering Cloud Computing: Foundations and Applications Programming*. Morgan Kaufmann.
3. Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing*. National Institute of Standards and Technology. Dostupno na: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf

4. Rittinghouse, J. W., & Ransome, J. F. (2017). *Cloud Computing: Implementation, Management, and Security*. CRC Press.
5. Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). *Cloud computing: state-of-the-art and research challenges*. Journal of Internet Services and Applications, 1(1), 7–18.
6. Amazon Web Services (AWS). (2024). *What is Cloud Computing?* Dostupno na: https://aws.amazon.com/what-is-cloud-computing/
7. Google Cloud. (2024). *Cloud computing services*. Dostupno na: https://cloud.google.com
8. Shopify. (2024). *Ecommerce Platform – Best for Selling Online*. Dostupno na: https://www.shopify.com/
9. Alibaba Cloud. (2024). *Global Cloud Computing Services*. Dostupno na: https://www.alibabacloud.com/
10. Statista. (2024). *E-commerce worldwide – statistics & facts*. Dostupno na: https://www.statista.com/topics/871/online-shopping/
11. Deloitte. (2023). *2023 Retail Industry Outlook*. Dostupno na: https://www2.deloitte.com/

ULOGA MEDICINSKIH SESTARA/TEHNIČARA U PROMOCIJI ODRŽIVIH ŽIVOTNIH STILOVA MEĐU PACIJENTIMA

THE ROLE OF NURSES/TECHNICIANS IN PROMOTING SUSTAINABLE LIFESTYLES AMONG PATIENTS

Stručni rad / Professional paper

Pred. VŠ Mateo Vukoja*

Nina Komšić, studentica*

Sažetak

Ovaj rad istražuje ulogu medicinskih sestara i tehničara u promociji održivih životnih stilova među pacijentima, s posebnim naglaskom na zdrave navike poput ekološki prihvatljive ishrane, tjelesne aktivnosti na otvorenom i smanjenje upotrebe plastike. Razmatra se kako zdravstveni radnici mogu motivirati pacijente da usvoje ove zdrave navike kroz edukaciju, savjetovanje i korištenje različitih metoda komunikacije. Također se analizira povezanost između okoliša i zdravlja, te kako održivi životni stilovi mogu pozitivno utjecati na tjelesno i mentalno zdravlje pojedinca. U radu su razmotreni izazovi i prepreke s kojima se medicinske sestre i tehničari suočavaju u promoviranju ovih navika, kao i primjeri dobre prakse i postojeći programi koji su doprinijeli uspjehu u ovoj oblasti. Zaključno, rad nudi preporuke za daljnje unapređenje uloge medicinskih sestara i tehničara u promoviranju održivih životnih stilova među pacijentima.

***Ključne riječi**: medicinske sestre/tehničari, promocija životnih stilova, pacijenti*

Abstract

This paper explores the role of nurses and medical technicians in promoting sustainable lifestyles among patients, with a particular focus on healthy habits such as eco-friendly nutrition, outdoor physical activity, and reducing plastic use. It examines how healthcare professionals can motivate patients to adopt these healthy habits through education, counseling, and the use of various communication methods. The paper also analyzes the connection between the

* Visoka škola „CEPS – Centar za poslovne studije“ Kiseljak, mail: mateo.vukoja@ceps.edu.ba
* Visoka škola „CEPS – Centar za poslovne studije“ Kiseljak, mail: nina.komsic@ceps.edu.ba

environment and health, and how sustainable lifestyles can positively impact both physical and mental well-being. The challenges and barriers faced by nurses and technicians in promoting these habits are discussed, as well as examples of best practices and existing programs that have contributed to success in this area. In conclusion, the paper offers recommendations for further improving the role of nurses and medical technicians in promoting sustainable lifestyles among patients.

***Key words**: Nurses/medical technicians, promotion of lifestyles, patients*

1. UVOD

Održivi životni stilovi postaju ključni faktor u očuvanju javnog zdravlja, jer utječu na smanjenje prevalencije kroničnih bolesti i očuvanje okoliša. Medicinske sestre i tehničari, kao najbrojniji članovi zdravstvenog tima, imaju značajnu ulogu u promoviranju zdravih navika i održivih životnih stilova među pacijentima (Štorga, 2018). Održivi životni stilovi obuhvaćaju načine života koji zadovoljavaju potrebe sadašnjih generacija bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da zadovolje svoje vlastite potrebe. To uključuje odgovornu potrošnju resursa, smanjenje otpada, korištenje ekološki prihvatljivih proizvoda te usvajanje navika koje doprinose očuvanju okoliša (Kolar, 2022). U kontekstu zdravlja, održivi stilovi života podrazumijevaju i zdravu prehranu, redovitu tjelesnu aktivnost i izbjegavanje štetnih navika (Štorga, 2018).

Usvajanje održivih životnih stilova ima višestruki pozitivan utjecaj na javno zdravlje. Ekološki prihvatljiva ishrana, koja uključuje povećanu konzumaciju biljnih namirnica i smanjenje unosa procesuirane hrane, povezana je s nižim rizikom od razvoja kroničnih bolesti poput dijabetesa tipa 2 i kardiovaskularnih bolesti (Kolar, 2022). Tjelesna aktivnost na otvorenom ne samo da poboljšava tjelesno zdravlje, već i mentalno, smanjujući simptome depresije i anksioznosti (Štorga, 2018). Smanjenje upotrebe plastike doprinosi smanjenju onečišćenja okoliša, što je povezano s manjim brojem respiratornih i drugih bolesti povezanih s zagađenjem (Kolar, 2022). Medicinske sestre i tehničari imaju ključnu ulogu u zdravstvenoj promociji kroz edukaciju i motivaciju pacijenata za usvajanje zdravih i održivih navika. Njihove aktivnosti obuhvaćaju: Edukaciju o zdravoj prehrani - Informiranje pacijenata o prednostima ekološki prihvatljive ishrane i pružanje savjeta za implementaciju istih (Štorga, 2018); Poticanje fizičke aktivnosti - Organiziranje aktivnosti na otvorenom, poput zajedničkih šetnji ili vježbi, te educiranje o njihovim zdravstvenim koristima;

Promociju smanjenja upotrebe plastike - Savjetovanje o alternativama plastici i informiranje o utjecaju plastike na zdravlje i okoliš (Kolar, 2022).
Kao najbrojniji članovi zdravstvenog tima, medicinske sestre i tehničari provode najviše vremena s pacijentima, što ih stavlja u jedinstvenu poziciju da prepoznaju potrebe pacijenata i pruže im odgovarajuću podršku u promjeni životnih navika. Njihova edukacija i savjetovanje mogu značajno utjecati na usvajanje zdravih stilova života, što vodi ka boljem zdravlju i kvaliteti života pacijenata (Štorga, 2018).

2. TEORIJSKI OKVIR

Održivi životni stilovi obuhvaćaju skup ponašanja i navika koje imaju za cilj očuvanje okoliša i promociju zdravlja. Ovi stilovi života uključuju ekološki prihvatljivu ishranu, fizičku aktivnost na otvorenom te smanjenje upotrebe plastike. Povezanost između okoliša i zdravlja je neosporna, jer kvalitetno životno okruženje direktno utječe na tjelesno i mentalno blagostanje pojedinca.
Osnove održivih životnih stilova:
Ekološki prihvatljiva ishrana: Ovaj pristup prehrani podrazumijeva konzumaciju lokalno proizvedene hrane, smanjenje unosa procesuirane hrane te povećanje konzumacije voća, povrća i cjelovitih žitarica. Takva ishrana smanjuje ekološki otisak kroz smanjenje emisije ugljičnog dioksida povezane s transportom hrane i industrijskom obradom. Također, pridonošenje zdravlju kroz ovakav način ishrane je značajno, jer pruža potrebne nutrijente za optimalno funkcioniranje organizma (Helbich et al, 2018).
Tjelesna aktivnost na otvorenom: Aktivnosti poput hodanja, trčanja, biciklizma ili planinarenja u prirodi ne samo da poboljšavaju fizičku kondiciju, već i mentalno zdravlje. Boravak u zelenim površinama povezan je s smanjenjem stresa, anksioznosti i depresije. Studije su pokazale da veća dostupnost zelenih površina u urbanim sredinama može smanjiti stopu propisivanja antidepresiva (Helbich et al, 2018).
Smanjenje upotrebe plastike: Ovaj korak uključuje korištenje biorazgradivih materijala, izbjegavanje jednokratne plastike i reciklažu. Smanjenje plastičnog otpada doprinosi očuvanju ekosustava, smanjuje zagađenje voda i tla te štiti divlje životinje koje su ugrožene uslijed konzumiranja plastike (Helbich et al, 2018).
Kvaliteta okoliša ima direktan utjecaj na zdravlje. Zagađenje zraka povezano je s respiratornim i kardiovaskularnim bolestima, dok izloženost buci može uzrokovati stres i poremećaje spavanja. S druge strane, pristup zelenim

površinama i prirodi povezan je s boljim mentalnim zdravljem, povećanom tjelesnom aktivnošću i općim osjećajem blagostanja (Wang et al., 2019).
Usvajanje ekološki prihvatljivih navika donosi višestruke zdravstvene koristi. Zdrava ishrana bogata voćem, povrćem i vlaknima smanjuje rizik od kroničnih bolesti poput dijabetesa tipa 2 i hipertenzije. Tjelesna aktivnost na otvorenom jača imunološki sustav, poboljšava kardiovaskularno zdravlje i smanjuje simptome depresije. Smanjenje izloženosti zagađenju kroz smanjenje upotrebe plastike i korištenje ekoloških materijala također doprinosi boljem zdravlju, smanjujući rizik od alergija i drugih zdravstvenih problema povezanih s toksinima u okolišu (Wang et al., 2019).
Integracija održivih životnih stilova u svakodnevni život ima pozitivan utjecaj na zdravlje pojedinca i kvalitetu okoliša. Medicinske sestre i tehničari igraju ključnu ulogu u edukaciji i motivaciji pacijenata za usvajanje ovih navika, čime doprinose unapređenju javnog zdravlja i očuvanju okoliša (Wang et al., 2019).

3. ULOGA MEDICINSKIH SESTARA/TEHNIČARA U PROMOCIJI ZDRAVIH NAVIKA

Medicinske sestre i tehničari imaju ključnu ulogu u promociji zdravlja i prevenciji bolesti, jer su često prvi kontakt pacijenata sa zdravstvenim sustavom. Njihova uloga u promociji zdravih životnih navika obuhvaća edukaciju pacijenata, savjetovanje i motivaciju za usvajanje održivih životnih stilova, uključujući zdravu prehranu, tjelesnu aktivnost i smanjenje ekoloških negativnih utjecaja. Zdravstvena edukacija i savjetovanje obuhvaćaju strategije za prevenciju bolesti, poboljšanje kvalitete života i smanjenje zdravstvenih rizika, a medicinske sestre i tehničari igraju ključnu ulogu u tom procesu (Pokupec, 2017).

3.1. Motivacija i edukacija pacijenata o važnosti održivih životnih stilova

Jedan od osnovnih zadataka medicinskih sestara i tehničara je educirati pacijente o važnosti održivih životnih stilova. To uključuje pružanje informacija i resursa koji pacijentima omogućuju donošenje informiranih odluka u vezi s vlastitim zdravljem. Prema istraživanju autorica Dyrda i suradnika (2020), medicinske sestre/tehničari imaju ključnu ulogu u motivaciji pacijenata da usmjere svoju pažnju na održivost svojih životnih stilova, što uključuje savjetovanje u vezi sa zdravom ishranom, redovitim tjelesnim aktivnostima i smanjenju negativnog utjecaja na okoliš. Edukacija pacijenata o ekološki prihvatljivim navikama često zahtijeva primjenu individualiziranih pristupa jer

se obrasci ponašanja razlikuju među različitim grupama pacijenata. Na primjer, stariji pacijenti mogu biti manje skloni promjenama, dok mlađi pacijenti mogu biti otvoreniji za nove informacije o zdravlju i okolišu (Lee et al., 2021).

3.2. Savjetovanje u vezi s ekološki prihvatljivom ishranom

Jedan od najvažnijih aspekata održivih životnih stilova je zdravlje povezano s hranom. Medicinske sestre i tehničari mogu pacijentima pružiti savjetovanje o ekološki prihvatljivoj ishrani, koja se temelji na konzumaciji lokalno proizvedene hrane, smanjenju unosa procesuirane hrane i povećanju unosa voća, povrća i cjelovitih žitarica. Ekološki prihvatljiva prehrana ne samo da poboljšava zdravlje pacijenata, već također doprinosi smanjenju ekološkog otiska, što je od presudne važnosti za očuvanje okoliša (Bašić, 2019).
Istraživanja su pokazala da postoji snažna povezanost između prehrambenih navika i zdravlja, kao i između ekoloških praksi i očuvanja okoliša. Osim toga, ekološki prihvatljiva prehrana može smanjiti rizik od kroničnih bolesti poput pretilosti, dijabetesa tipa 2, srčanih bolesti i drugih metaboličkih poremećaja (Bardon & Thompson, 2018). Medicinske sestre i tehničari igraju ključnu ulogu u informiranju i savjetovanju pacijenata kako bi usvojili ove navike koje pozitivno utječu na njihovo zdravlje i okoliš.

3.3. Poticanje na tjelesnu aktivnost na otvorenom i njezine prednosti za zdravlje

Tjelesna aktivnost na otvorenom ima brojne prednosti za fizičko i mentalno zdravlje, uključujući smanjenje stresa, poboljšanje raspoloženja i smanjenje rizika od srčanih bolesti, dijabetesa, i drugih kroničnih bolesti. Prema istraživanjima koja su provedena u okviru Svjetske zdravstvene organizacije (WHO, 2020), redovita tjeelsna aktivnost povezana je s nizom zdravstvenih koristi, uključujući smanjenje rizika od pretilosti, kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa, pa čak i određenih vrsta raka.
Medicinske sestre i tehničari mogu pomoći pacijentima u razumijevanju važnosti fizičke aktivnosti na otvorenom, kao i u pronalaženju praktičnih rješenja za uvođenje ove navike u svakodnevni život. Aktivnosti poput šetanja, trčanja, biciklizma ili planinarenja ne samo da poboljšavaju tjelesnu kondiciju, već također smanjuju simptome depresije i anksioznosti (Kanter & Reijneveld, 2021).

3.4. Smanjenje upotrebe plastike i njeno povezivanje s očuvanjem zdravlja

Smanjenje upotrebe plastike jedan je od ključnih elemenata održivih životnih stilova. Plastika, osobito jednokratna, predstavlja ozbiljan ekološki problem jer doprinosi onečišćenju okoliša, a njezino dugotrajno razgradnje može negativno utjecati na ljudsko zdravlje. Učinci plastike na zdravlje ljudi povezani su s izloženošću kemikalijama koje se nalaze u plastici, poput ftalata, bisfenola A (BPA) i drugih toksina koji mogu izazvati endokrine poremećaje, reproduktivne probleme i druge zdravstvene smetnje (Kovacic, 2020).
Medicinske sestre i tehničari mogu igrati važnu ulogu u edukaciji pacijenata o opasnostima od prekomjerne upotrebe plastike, kao i savjetovanju o alternativama poput staklenih boca, metalnih cijevi i korištenju ekološki prihvatljivih materijala. Ovakvo savjetovanje doprinosi ne samo očuvanju okoliša, već i smanjenju rizika od zdravstvenih problema povezanih s plastičnim otpadom (Perić, 2020).

3.5. Razvijanje komunikacijskih vještina za učinkovitiju interakciju s pacijentima

Komunikacijske vještine medicinskih sestara i tehničara ključne su za uspjeh u motivaciji pacijenata za promjenu životnih navika. Razvijanje vještina aktivnog slušanja, empatije i jasnoće u komunikaciji povećava učinkovitost zdravstvene edukacije. Prema autoru Ferenčak (2021), medicinske sestre/tehničari trebaju usmjeriti pozornost na individualne potrebe svakog pacijenta, prilagoditi jezik i strategije komunikacije prema njihovoj dobi, obrazovanju i socio-ekonomskom statusu kako bi motivirali pacijente za promjene u ponašanju.
Učinkovita komunikacija omogućava stvaranje povjerenja između pacijenta i zdravstvenog djelatnika, što je ključno za uspješan proces promjene zdravlja. Medicinske sestre/tehničari mogu koristiti različite metode, uključujući razgovore u ambulantama, grupne edukacije i digitalne platforme, kako bi maksimalno povećale doseg i učinkovitost edukacijskih intervencija (Ferenčak, 2021).

4. METODE I PRISTUPI U PROMOCIJI ZDRAVIH ŽIVOTNIH STILOVA

Promocija zdravih životnih stilova predstavlja ključni aspekt javnozdravstvene politike, s ciljem smanjenja prevalencije kroničnih bolesti i poboljšanja općeg zdravlja stanovništva. Zdravstvena edukacija igra vitalnu ulogu u ovom

procesu, a različite metode i pristupi mogu se primijeniti kako bi se motivirali ljudi da usvoje zdrave navike. Medicinske sestre/tehničari, liječnici i drugi zdravstveni radnici mogu koristiti različite pristupe u promoviranju zdravih životnih stilova, uključujući edukaciju putem informativnih materijala, savjetodavnih razgovora, organiziranje aktivnosti kao što su grupe za podršku, radionice i predavanja, kao i putem zdravstvenih kampanja i društvenih mreža (WHO, 2020).

4.1. Edukacija pacijenata putem informativnih materijala i savjetodavnih razgovora

Edukacija pacijenata putem informativnih materijala, kao što su brošure, letci, video sadržaji i online resursi, učinkovita je metoda za širenje informacija o zdravim životnim navikama. Prema istraživanju autora Kaplan i suradnika (2020), informativni materijali omogućuju pacijentima da u vlastitoj brzini pregledaju ključne informacije o zdravlju, što im pomaže da prepoznaju značaj promjena u životnim navikama. Ovi materijali često obuhvaćaju teme poput zdrave prehrane, tjelesne aktivnosti, prestanka pušenja i smanjenja konzumacije alkohola.

Savjetodavni razgovori s pacijentima također igraju ključnu ulogu u promociji zdravih životnih stilova. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO, 2020), savjetovanje se pokazalo učinkovitom metodom za motiviranje pacijenata na usvajanje zdravih ponašanja, jer omogućuje personalizirani pristup, prilagođen potrebama svakog pojedinca. Medicinske sestre/tehničari i drugi zdravstveni radnici mogu koristiti tehnike aktivnog slušanja, postavljanje ciljeva i pružanje podrške kako bi povećali motivaciju pacijenata za promjenom svojih navika.

4.2. Organiziranje aktivnosti

Organiziranje različitih aktivnosti, poput grupa za podršku, radionica i predavanja, može imati značajan utjecaj na motivaciju i ponašanje pacijenata u promjeni životnih navika. Grupe za podršku omogućuju pacijentima da dijele iskustva i savjete, čime se povećava osjećaj zajedništva i motivacije za promjenu. Prema istraživanju autora Vasilenko i suradnika (2021), sudjelovanje u grupama za podršku pozitivno utječe na uspjeh u održavanju zdravih životnih navika, jer pacijenti mogu dobiti emocionalnu podršku i praktične savjete od drugih koji se suočavaju s istim izazovima.

Radionice i predavanja pružaju pacijentima priliku da izravno komuniciraju s stručnjacima i saznaju više o temama koje su od interesa za njihovo zdravlje. Na primjer, radionice o zdravoj prehrani mogu pomoći pacijentima da bolje razumiju kako planirati uravnoteženu prehranu, dok predavanja o tjelesnoj aktivnosti mogu pružiti savjete o tome kako uključiti tjelesnu aktivnost u svakodnevni život. Ove aktivnosti također omogućuju zdravstvenim radnicima da izravno utječu na širu zajednicu, šireći pozitivne zdravstvene poruke i promovirajući zdravlje (Vasilenko, 2021).

4.3. Uloga zdravstvenih kampanja i društvenih mreža u promociji održivih životnih stilova

Zdravstvene kampanje i društvene mreže igraju sve važniju ulogu u promociji zdravih životnih stilova, jer omogućuju dosezanje širokog broja ljudi s informacijama o važnosti održivih životnih navika. Zdravstvene kampanje, koje se provode na nacionalnoj ili lokalnoj razini, obično se usmjereno bave temama poput prevencije bolesti, zdrave prehrane, smanjenja upotrebe plastike i promoviranja tjelesne aktivnosti. Kampanje koriste razne medijske platforme, uključujući televiziju, radio, internet, plakate i brošure, kako bi prenijele ključne informacije i motivirale ljude na promjenu ponašanja (Miller, 2019).

S obzirom na rastuću upotrebu društvenih mreža, platforme poput Facebooka, Instagrama i Twittera također predstavljaju moćan alat za promociju zdravih životnih stilova. Prema istraživanju autora Banerjee i suradnika (2021), društvene mreže omogućuju zdravstvenim radnicima, organizacijama i vladinim institucijama da komuniciraju s velikim brojem ljudi i promoviraju zdravlje kroz postove, videozapise, blogove i online grupe. Korištenjem hashtagova i viralnih kampanja moguće je širenje informacija o važnosti ekološki prihvatljivih i zdravih navika, poput smanjenja upotrebe plastike, promicanja tjelesne aktivnosti i zdravog prehrambenog ponašanja. Na primjer, kampanje kao što su #MoveMoreEatWell i #PlasticFree mogu potaknuti ljude da prepoznaju važnost održivih životnih stilova i postanu dio promjene.

Promocija zdravih životnih stilova zahtijeva primjenu različitih metoda i pristupa, uključujući edukaciju putem informativnih materijala, savjetodavne razgovore, organiziranje aktivnosti poput radionica i grupa za podršku, te korištenje zdravstvenih kampanja i društvenih mreža. Svaka od ovih metoda doprinosi podizanju svijesti o važnosti održivih životnih navika i motivira ljude da prepoznaju prednosti takvih navika za vlastito zdravlje i okoliš. Medicinske sestre i tehničari igraju ključnu ulogu u implementaciji ovih pristupa, a pravilno

korištenje modernih tehnologija i društvenih mreža može dodatno povećati njihov doseg i učinkovitost (Banerjee et al., 2021).

5. IZAZOVI I PREPREKE U PROMOCIJI ODRŽIVIH ŽIVOTNIH STILOVA

Promocija održivih životnih stilova suočava se s brojnim izazovima i preprekama koje mogu umanjiti njezinu učinkovitost. Iako je svijest o važnosti zdravih i ekološki prihvatljivih životnih navika u porastu, mnogi pacijenti suočavaju se s raznim preprekama koje otežavaju prihvaćanje tih navika. Neki od ključnih izazova u promociji zdravih životnih stilova uključuju socijalne i ekonomske faktore, ograničen pristup resursima koji podržavaju ekološke navike, kao i ulogu društvenih normi i kulturnih faktora u prihvaćanju ili odbacivanju tih navika (Brown & Green, 2021).

5.1. Prepreke u motivaciji pacijenata

Motivacija pacijenata za usvajanje održivih životnih stilova često je ograničena raznim socijalnim i ekonomskim čimbenicima. Prema istraživanju autora Smith i suradnika (2020), socioekonomski status pacijenata može značajno utjecati na njihovu sposobnost da usvoje ekološki prihvatljive životne navike. Osobe s nižim primanjima ili one koje žive u socioekonomski nepovoljnim uvjetima mogu imati ograničen pristup zdravoj hrani, tjelesnoj aktivnosti na otvorenom ili ekološki prihvatljivim proizvodima, kao što su proizvodi koji smanjuju upotrebu plastike. Također, za mnoge pacijente, osnovne potrebe poput zapošljavanja i stambenih uvjeta mogu biti prioriteti, što može otežati posvećenost održivim životnim stilovima (WHO, 2021).
Osim toga, razlike u obrazovnim razinama i kulturnim normama također mogu ograničiti motivaciju za promjenu životnih navika. Istraživanje autora Williams i suradnika (2019) ukazuje na to da ljudi s nižim obrazovnim statusom mogu imati manje znanja o zdravlju i ekološkim pitanjima, što može smanjiti njihovu motivaciju za usvajanje zdravih navika. Ovi faktori stvaraju prepreke u procesu promjene ponašanja i mogu otežati medicinskim sestrama i tehničarima učinkovitu promociju zdravih životnih stilova.

5.2. Ograničenja u pristupu resursima za promoviranje ekoloških navika

Ograničen pristup resursima također predstavlja značajnu prepreku u promociji ekoloških navika među pacijentima. Na primjer, iako su ekološki prihvatljive opcije, poput organske hrane ili proizvoda koji smanjuju plastiku,

dostupne na tržištu, mnogim ljudima te opcije mogu biti financijski nedostupne. Prema podacima iz izvještaja Europske agencije za okoliš (2020), visoka cijena ekološki prihvatljivih proizvoda često je prepreka za mnoge potrošače, osobito u ruralnim područjima ili među osobama s nižim primanjima. S obzirom na to, pacijenti mogu biti manje motivirani za usvajanje ekoloških navika ako im to predstavlja financijski ili logistički izazov. Osim toga, u mnogim regijama, infrastruktura za podršku održivim praksama, kao što su reciklaža, pristup ekološkim proizvodima ili prostori za tjelesnu aktivnost na otvorenom, može biti ograničena. Ovi faktori mogu smanjiti mogućnosti za usvajanje održivih životnih stilova, a zdravstveni radnici suočavaju se s izazovom pronalaženja rješenja koja su dostupna pacijentima s ograničenim resursima.

5.3. Uloga društvenih normi i kulturnih faktora u prihvaćanju zdravih životnih stilova

Društvene norme i kulturni faktori također mogu značajno utjecati na prihvaćanje ili odbacivanje zdravih životnih stilova. Prema istraživanju autora Pérez i suradnika (2020), kulturna uvjerenja i društvene norme mogu oblikovati stavove prema zdravlju i okolišu. Na primjer, u nekim društvima može postojati snažna povezanost između konzumiranja određenih vrsta hrane i socijalnog statusa, što može otežati prihvaćanje zdravijih opcija ili ekološki prihvatljivih navika. Također, društvene norme koje favoriziraju određene životne stilove, poput automobilske mobilnosti ili široke upotrebe plastike, mogu smanjiti želju za promjenom tih ponašanja, čak i kada su pacijenti svjesni zdravstvenih i ekoloških prednosti alternativnih navika (Gifford, 2019).

Zdravstvene i ekološke norme također mogu biti oblikovane uvjerenjima koja se prenose unutar zajednice. Na primjer, zajednice koje nisu navikle na ekološki prihvatljive proizvode ili tjelesnu aktivnost na otvorenom mogu imati veće poteškoće u usvajanju tih navika, čak i uz znanje o njihovim zdravstvenim koristima. Također, stariji ljudi ili oni iz ruralnih područja mogu imati dublje ukorijenjena uvjerenja o životnim navikama koje je teško promijeniti, što može predstavljati prepreku za implementaciju održivih životnih stilova (Brown & Green, 2021).

Izazovi u promociji održivih životnih stilova uključuju razne prepreke koje mogu utjecati na motivaciju pacijenata, pristup potrebnim resursima i prihvaćanje zdravih navika. Socijalni i ekonomski faktori, ograničen pristup ekološkim resursima te društvene norme i kulturni faktori čine ovaj proces izazovnijim. Medicinske sestre i tehničari suočavaju se s potrebom da prilagode svoje pristupe tim preprekama, koristeći metode koje uzimaju u obzir socijalne,

ekonomske i kulturne uvjete pacijenata. Razumijevanje ovih izazova i primjena odgovarajućih rješenja može doprinijeti učinkovitijoj promociji zdravih životnih stilova (Gifford, 2019).

6. ZAKLJUČAK

Promocija održivih životnih stilova igra ključnu ulogu u očuvanju zdravlja pojedinca, zajednice i okoliša. Suočeni s izazovima poput klimatskih promjena, zagađenja i nezdravih navika, medicinske sestre i tehničari imaju važnu ulogu u poticanju zdravih i ekološki prihvatljivih ponašanja kod pacijenata. Kroz edukaciju, savjetovanje i komunikaciju mogu pozitivno utjecati na promjene koje vode ka boljoj kvaliteti života. Ovaj rad ističe tri ključna područja promocije: zdrava prehrana, tjelesna aktivnost na otvorenom i smanjenje upotrebe plastike. Uzimajući u obzir socioekonomske i kulturne prepreke, zdravstveni radnici trebaju primijeniti različite pristupe kako bi motivirali pacijente. Učinkovita edukacija, korištenje informativnih materijala te organizacija radionica i grupa podrške ključni su alati u tom procesu.
Za daljnji razvoj ove uloge važno je ulagati u edukaciju zdravstvenih radnika, jačati međusektorsku suradnju i uvoditi ekološke politike koje podržavaju zdravlje. Potrebno je osigurati i podršku ranjivim skupinama za pristup zdravim i ekološkim proizvodima. Zdravstveni izazovi povezani s okolišem zahtijevaju zajedničko djelovanje zdravstvenog sektora, okolišnih organizacija i politika. Multisektorski pristup, preporučen i od strane Svjetske zdravstvene organizacije, omogućava stvaranje zdravijih zajednica kroz integraciju zdravstvenih i okolišnih ciljeva. Ekološke politike, kao što su poticanje korištenja zelenih površina i smanjenje emisija, mogu značajno smanjiti rizik od kroničnih bolesti i unaprijediti javno zdravlje.

7. LITERATURA

1. Kolar, K. (2022). *Uloga patronažne sestre/tehničara u promociji zdravlja starijih osoba* (Diplomski rad). Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Preuzeto s https://repozitorij.mef.unizg.hr/en/islandora/object/mef%3A7305
2. Štorga, V. (2018). *Uloga medicinske sestre/tehničara u promicanju zdravih stilova života* (Završni rad). Zdravstveno veleučilište. Preuzeto s https://sveznalica.zvu.hr/islandora/object/zvu%3A2064
3. Helbich, M., Klein, N., Roberts, H., Hagedoorn, P., & Groenewegen, P. (2018). More green space is related to less antidepressant prescription

rates in the Netherlands: A Bayesian geoadditive quantile regression approach. *arXiv preprint arXiv:1805.07395*. Preuzeto s https://arxiv.org/abs/1805.07395

4. Wang, R., Helbich, M., Yao, Y., Zhang, J., Liu, P., Yuan, Y., & Liu, Y. (2019). Urban greenery and mental wellbeing in adults: Cross-sectional mediation analyses on multiple pathways across different greenery measures. *arXiv preprint arXiv:1905.04488*. Preuzeto s https://arxiv.org/abs/1905.04488
5. Bašić, S. (2019). *Ekološki prihvatljiva prehrana: Osnove i prednosti.* Preuzeto s https://www.hr/ekoloska-prehrana
6. Bardon, T., & Thompson, D. (2018). *Sustainable dietary habits and their impact on public health*. The Journal of Public Health Nutrition, 22(4), 289-300.
7. Ferenčak, V. (2021). *Komunikacijske vještine u zdravstvenoj edukaciji*. Zdravlje, 33(2), 105-112.
8. Kanter, J., & Reijneveld, S. A. (2021). *The role of outdoor physical activity in improving public health*. Health & Wellbeing Journal, 24(1), 15-27.
9. Kovacic, V. (2020). *Utjecaj plastike na ljudsko zdravlje*. Zeleni Osijek, 8(3), 58-65.
10. Lee, S. Y., Choi, S. H., & Lee, W. (2021). *Motivational strategies in nursing practice*. Journal of Nursing Education and Practice, 11(9), 50-60.
11. Perić, B. (2020). *Plastika i zdravlje: Ekološki izazovi i zdravstveni rizici*. Zdravstvena zaštita, 46(1), 30-38.
12. Pokupec, M. (2017). *Edukacija pacijenata u zdravstvu: Priručnik za medicinske sestre*. Zagreb: Medicinska naklada.
13. World Health Organization (WHO). (2020). *Physical activity and health: A global overview*. Preuzeto s https://www.who.int/health-topics/physical-activity.
14. Banerjee, D., Chatterjee, P., & Ghosh, M. (2021). Social media and health promotion: A review of the role of digital platforms in health communication. *Journal of Health Communication*, 26(4), 205-213.
15. Kaplan, R. M., & Sallis, J. F. (2020). Health promotion in practice: Methods and strategies for health behavior change. *American Journal of Health Promotion*, 34(3), 218-224.
16. Miller, J. (2019). Health communication and social marketing: The effectiveness of public health campaigns. *Journal of Public Health Policy*, 40(1), 54-67.
17. Vasilenko, S. A., Piper, M. E., & Tindle, H. A. (2021). Peer support in health behavior change: The role of group-based interventions in

promoting healthy lifestyles. *Journal of Behavioral Medicine*, 44(6), 687-695.

18. World Health Organization (WHO). (2020). *Health promotion and the role of nurses*. Preuzeto s https://www.who.int/health-topics/health-promotion
19. Brown, L., & Green, T. (2021). Cultural factors influencing health behavior change: A review of the literature. *Journal of Community Health*, 46(3), 439-445.
20. Gifford, R. (2019). Environmental psychology: Principles and practice. *Environmental Psychology Review*, 3(4), 82-96.
21. Pérez, A., Blanco, M., & Gonzalez, J. (2020). Cultural barriers to health promotion in low-income communities. *International Journal of Public Health*, 65(5), 585-593.
22. Smith, J., Adams, C., & Martin, D. (2020). Socioeconomic factors in promoting sustainable health behaviors. *Health Education Research*, 35(2), 131-142.
23. World Health Organization (WHO). (2021). *Social determinants of health and equity*. Preuzeto s https://www.who.int/social_determinants/en/

INNOVATIVE TEACHING STRATEGIES IN HIGHER EDUCATION: ENHANCING ENGAGEMENT AND LEARNING OUTCOMES

INOVATIVNE NASTAVNE STRATEGIJE U VISOKOM OBRAZOVANJU: UNAPREĐENJE ANGAŽMANA I ISHODA UČENJA

Pregledni rad / Review paper

Valentina BÎTCA, student*

PhD Violeta HAZAPARU, Assistant Professor*

Abstract

Higher education is undergoing a transformation as traditional lecture-based teaching methods give way to more innovative, student-centered approaches. This paper explores the effective teaching strategies that enhance student engagement, improve learning outcomes, and develop critical thinking and problem-solving skills. Methods such as flipped classrooms, problem-based learning, gamification, and technology-enhanced learning are examined for their impact on higher education. The integration of digital tools, collaborative learning, and experiential approaches fosters dynamic and flexible learning environments. As institutions strive to meet the evolving needs of students and industries, adopting these innovative techniques will be crucial in preparing graduates for the modern workforce.

Keywords: *innovative teaching, active learning, technology-enhanced learning, competency-based education*

1. INTRODUCTION

Higher education is undergoing a profound transformation, driven by the ever-evolving needs of students, industries, and society at large. In a world that is increasingly shaped by rapid technological advancements, globalization, and shifting social dynamics, traditional, lecture-based teaching methods are no longer sufficient to meet the demands of modern learners. As a result, higher education institutions are embracing innovative, student-centered approaches designed to foster deeper engagement, enhance learning outcomes, and equip

* Universitatea George Bacovia

* Universitatea George Bacovia, email: violeta.hazaparu@ugb.ro

students with the critical thinking and problem-solving skills essential for success in today's fast-paced world.
These transformative teaching methods go beyond the conventional model of passive learning, emphasizing active participation, collaboration, and real-world application. By shifting the focus from instructor-led lectures to student-driven exploration and hands-on experiences, these approaches not only improve academic performance but also cultivate the essential skills needed to navigate complex challenges in both professional and personal contexts.

2. INNOVATIVE TEACHING METHODS

In the context of global transformations and the continuous evolution of knowledge-based economies, higher education is undergoing a profound paradigm shift. Traditional teaching methods, centered on passive knowledge transmission, are gradually being replaced by innovative, student-centered strategies aimed at fostering active learning, critical thinking, creativity, and lifelong learning skills.
This chapter aims to explore and analyze some of the most effective and forward-thinking teaching methods that have emerged in recent years, reshaping the educational landscape and responding to the complex challenges of the 21st century. These pedagogical approaches not only enhance the learning experience but also prepare students for the demands of an increasingly dynamic labor market and a highly interconnected global society.
The innovative methods presented below reflect a growing commitment of higher education institutions to provide students with the necessary tools to thrive both professionally and personally in a world characterized by uncertainty, digitalization, and sustainability challenges.

Flipped Classroom. The flipped classroom model represents a fundamental reconfiguration of the traditional educational process. In this approach, students are introduced to new content outside the classroom, through pre-recorded video lectures, articles, or other multimedia resources. Classroom time is then dedicated to interactive activities such as discussions, collaborative projects, case studies, and practical problem-solving exercises. This method enhances student engagement, promotes active learning, and allows educators to provide personalized guidance.
Problem-Based Learning (PBL). Problem-Based Learning (PBL) is a student-centered methodology in which students learn by addressing authentic, complex problems from real-world contexts. Working in teams, students

analyze the problem, research relevant information, propose solutions, and apply theoretical concepts to practice. Widely implemented in medical, engineering, and business education, PBL develops critical thinking, analytical abilities, teamwork, and decision-making skills.

Gamification and Game-Based Learning. Gamification refers to the integration of game design elements — such as points, levels, badges, or leaderboards — into the learning process to increase motivation, engagement, and competition. Game-Based Learning (GBL) involves the use of educational games specifically designed to support learning objectives. Both strategies contribute to the creation of dynamic, interactive, and enjoyable learning environments, improving knowledge retention and fostering learner autonomy.

Blended Learning. Blended learning combines face-to-face instruction with online learning activities, offering students greater flexibility and accessibility. Digital platforms such as Moodle, Canvas, and Blackboard provide opportunities for self-paced learning, interactive assessments, and continuous feedback, while in-person sessions focus on discussions, collaborative work, and mentoring. This hybrid approach maximizes the benefits of both traditional and digital education.

Project-Based Learning (PjBL). Project-Based Learning (PjBL) involves students working over an extended period on complex projects that require research, design, experimentation, and implementation of solutions. This method fosters problem-solving skills, creativity, teamwork, and communication abilities. Projects often address real-world issues, making learning more relevant and applicable, especially in fields such as engineering, architecture, business, and environmental studies.

Collaborative and Peer Learning. Collaborative learning strategies encourage students to work together in small groups to achieve common academic goals, while peer learning empowers students to teach and assess each other. These methods enhance interpersonal communication, negotiation, and leadership skills, while also promoting deeper understanding through active engagement and knowledge sharing.

Technology-Enhanced Learning (TEL). Technology-Enhanced Learning (TEL) refers to the integration of advanced technologies such as Artificial Intelligence (AI), Virtual Reality (VR), and Augmented Reality (AR) into the educational process. These tools create immersive and personalized learning environments, enabling students to explore simulations, virtual laboratories, and adaptive learning platforms. TEL is particularly relevant in medical education, technical disciplines, and lifelong learning contexts.

Inquiry-Based Learning. Inquiry-Based Learning encourages students to take an active role in their own education by formulating questions, conducting investigations, and constructing knowledge through exploration and critical analysis. This method promotes curiosity, independence, and reflective thinking, and is widely applied in disciplines such as science, humanities, and social sciences.

Service-Learning and Community Engagement. Service-Learning integrates academic learning with community service activities, allowing students to apply theoretical knowledge to address real societal challenges. Through this approach, students develop social responsibility, civic engagement, and ethical awareness, while gaining practical experience. Service-Learning is commonly used in public health, social sciences, education, and environmental studies.

Competency-Based Education (CBE). Competency-Based Education (CBE) focuses on the acquisition and demonstration of specific skills and competencies, rather than time spent in traditional classroom settings. Students' progress at their own pace, advancing only after they have demonstrated mastery of the required outcomes. This flexible model is particularly suited for adult learners, working professionals, and online education environments.

3. EDUCATION AS A SOLUTION: HOW WE CAN CHANGE THE FUTURE THROUGH AWARENESS AND ACTION

In the context of unprecedented global challenges — from climate emergencies and resource scarcity to widening social inequalities — education emerges as one of the most effective instruments for building a more sustainable and equitable future. The role of education in contemporary society extends far beyond the transmission of theoretical knowledge; it must inspire action, cultivate critical thinking, foster innovation, and promote a sense of global responsibility.

Higher education institutions have a unique opportunity — and a profound responsibility — to prepare students not only as future professionals but as active changemakers capable of addressing real-world problems. This chapter explores how education can become a catalyst for sustainability, highlighting practical methods, interdisciplinary approaches, and the transformative power of experiential learning.

Sustainability in Action: Learning by Doing. Effective learning often occurs through direct experience. Integrating sustainability-oriented projects within academic curricula provides students with valuable opportunities to translate

theory into practice. Initiatives such as zero-waste campus programs, urban gardening, sustainable product design, and creative recycling challenges foster environmental awareness while encouraging active participation in community development. Through these practical experiences, students not only acquire knowledge but develop essential skills for driving positive change within their environments.

Interdisciplinary Education for Complex Global Challenges. Contemporary environmental and social issues are inherently complex and interconnected, requiring integrated solutions that transcend traditional disciplinary boundaries. Universities must therefore design cross-disciplinary courses that combine environmental sciences, circular economy principles, ethics, digital technology, and social justice. This holistic educational approach encourages systems thinking, equipping students with the analytical skills needed to address multifaceted sustainability challenges effectively.

Green Technology and Digital Innovation. Technological innovation represents a critical enabler of sustainable development. Encouraging students to engage in digital creativity — from developing mobile applications that promote eco-friendly behavior to designing smart systems for resource optimization — transforms sustainability into a dynamic and attractive field of action. Digital tools, smart technologies, and gamification platforms can significantly enhance environmental education and foster new solutions for ecological problems.

Experiential Learning and Eco-Volunteering. While theoretical knowledge provides a foundation, meaningful transformation often arises from direct engagement with real-world contexts. Participation in environmental non-governmental organizations (NGOs), local sustainability initiatives, and international volunteer programs allows students to develop leadership, empathy, and practical problem-solving abilities. Experiential learning nurtures a deeper connection with environmental and social issues, transforming students into proactive contributors to sustainable development.

Creating a Sustainable Campus Culture. The university environment itself plays a crucial role in promoting sustainability as a core value and way of life. Campuses should serve as living laboratories for sustainable practices, implementing energy-efficient infrastructure, offering plant-based dining options, enforcing waste reduction policies, and organizing awareness campaigns. By creating a visible and engaging green culture on campus, educational institutions can instill sustainability-oriented behaviors and mindsets among students.

Education for Sustainable Development: A Holistic Perspective. Education for Sustainable Development (ESD) represents a transformative educational paradigm aimed at fostering knowledge, skills, values, and attitudes necessary for creating a more sustainable future. ESD transcends traditional learning models, focusing on changing mindsets and empowering individuals to understand the social, environmental, and economic implications of their actions.

Through ESD, students are encouraged to:

- Think systemically and connect knowledge across disciplines;
- Develop competencies for sustainable living and decision-making;
- Engage actively in addressing local and global challenges;
- Participate in democratic processes that shape their communities and the planet.

Universities, therefore, must integrate sustainability into their strategic missions, educational methodologies, and operational practices. This requires interdisciplinary curricula, hands-on learning opportunities, collaborative projects, and reflective practices that encourage critical inquiry and social engagement.

Ultimately, Education for Sustainable Development is about preparing students to become the visionaries, innovators, and ethical leaders of a more just, resilient, and sustainable world. In an era defined by global uncertainty and rapid change, education remains our most powerful tool for creating long-lasting, meaningful transformation — both individually and collectively.

4. FUNDING FOR UNIVERSITY DIGITALIZATION IN ROMANIA — SUPPORTING INNOVATIVE TEACHING STRATEGIES AND STUDENT ENGAGEMENT

The COVID-19 pandemic highlighted the low level of digitalization in Romania’s education system, with major challenges such as poor IT infrastructure, limited internet access, and insufficient digital skills, especially in rural areas.

In higher education, Romania has taken concrete steps to modernize the teaching process, invest in technology, and prepare students for future digital professions.

In June 2022, the Ministry of Education launched a competitive project call financed through the National Recovery and Resilience Plan (NRRP), Component 15 – Education, Reform 5 and Investment 16 – Digitalization of Universities and Preparation for Future Digital Professions.

The total budget allocated was 234 million euros (excluding VAT), with a maximum of 3.9 million euros per university.
In the 2022/2023 academic year, Romania's higher education system included 87 institutions:

- 46 public civilian universities
- 7 public military universities
- 34 private universities

Between June 9th and 17th, 2022, a total of 63 project proposals were submitted (49 from public universities and 14 from private universities). Out of these, 61 projects were approved for funding:

- 5 public military universities
- 44 public civilian universities
- 12 private universities

The total value of the signed funding contracts was 210 million euros (excluding VAT), distributed as follows:

- 184 million euros (88%) for public universities
- 26 million euros (12%) for private universities

Through these projects, Romanian universities invested in IT equipment, laboratories, digital libraries, educational platforms, software applications, administrative process digitalization, and training programs for developing digital skills among students and academic staff.

For example, the university where I study — *George Bacovia University of Bacău* — is currently implementing a digitalization project with a total value of approximately 1.8 million euros, financed through the NRRP. This investment transforms the university into an educational space focused on performance, innovation, and student-centered learning, where technology simplifies and enhances all teaching, learning, and assessment activities.
The project aims to create a modern and dynamic academic environment by integrating advanced technological infrastructure. Among the various investments made, the university is developing, for example, 3D printers, business administration laboratories, behavioural investigation labs for training future investigators, a mock courtroom for legal simulations, a multimedia and educational content creation lab, a forensic science lab, and a public communication simulation lab.

Through these facilities, the university supports the development of innovative teaching strategies designed to increase student engagement, promote active learning, and foster practical skills acquisition. The project contributes to aligning higher education with the needs of the digital society and the labour market, preparing students for future professions where digital competence, creativity, and adaptability are essential.

5. CONCLUSION

The integration of innovative teaching approaches in higher education represents a fundamental step towards improving student engagement, enhancing learning outcomes, and increasing career readiness in a rapidly changing world. By adopting active learning strategies, fostering collaboration, and leveraging technological advancements, higher education institutions can create dynamic and inclusive learning environments that respond to the complex demands of the 21st-century workforce.

Moreover, in the current global context, characterized by environmental degradation, social inequalities, and economic instability, the need for sustainable development is more urgent than ever. Across Europe and beyond, there is a growing awareness and a collective movement advocating for concrete strategies and actions to address the challenges of sustainability. This movement highlights the critical role of education in shaping new values, behaviours, and skills essential for building a sustainable future.

Choosing the path of sustainable development requires not only a transformation of our production and consumption models but also a profound change in the way we think, learn, and act. Education — particularly higher education — must be positioned at the heart of this transformation, fostering innovation, interdisciplinary collaboration, and integrated management practices that align with the principles of sustainable development.

In this context, the integration of emerging technologies, such as artificial intelligence, into sustainability science holds significant potential. AI-driven solutions can facilitate data analysis, conflict resolution, and predictive modelling, providing valuable tools for addressing the complex challenges associated with sustainability. These technologies can contribute to the development of future-oriented knowledge and help ensure that the actions initiated today are effectively implemented and carried through, especially in light of the current global crises that affect not only future generations but also the present one.

However, for these efforts to be truly effective, education must be supported by strong management strategies and a commitment to quality assurance at both institutional and national levels. Countries such as Romania, for instance, can greatly benefit from adopting comprehensive educational policies that link knowledge acquisition with practical actions, encouraging responsibility, innovation, and sustainable practices across all fields of study.

Recommendations

Based on the analysis presented in this paper, the following recommendations can be made for enhancing the role of education in promoting sustainability:

- Promote Interdisciplinary and Practice-Oriented Learning: Universities should develop curricula that integrate environmental sciences, technology, economy, and social studies, encouraging students to engage in real-life projects that address sustainability challenges.
- Integrate Technology and AI in Sustainability Education: Encourage the use of artificial intelligence and digital tools to facilitate research, innovation, and the development of solutions for environmental and social problems.
- Foster a Culture of Sustainability on Campus: Higher education institutions should implement visible and measurable sustainability policies — from green infrastructure to waste reduction initiatives — to create a living example for students.
- Strengthen Collaboration Between Academia and Community: Encourage partnerships with local authorities, NGOs, and businesses to develop joint projects that address both local and global sustainability issues.
- Invest in Teacher Training and Innovative Pedagogy: Support continuous professional development for educators, equipping them with modern teaching methods and sustainability-focused content to better engage students.
- Enhance Quality Assurance and Educational Management: Develop national strategies that evaluate and improve the quality of education in sustainability, ensuring alignment with international best practices and the needs of future generations.

As a student at George Bacovia University of Bacău, I firmly believe that innovative teaching approaches, combined with a strong commitment to sustainability, offer new perspectives and valuable tools for building a better future. These methods promote not only academic excellence but also a

reconciliation between economic development and environmental protection, through the active involvement of both educators and students within a cultural and scientific framework.

Ultimately, the future of science, technology, economy, environment, and society — the five essential pillars of sustainable development — depends on our collective efforts to minimize the human impact on planetary systems. Education must assume a leading role in this process, because education shapes mind, inspires action, and leaves behind a legacy of knowledge and responsibility. It is through education that we can ensure that success leaves not only clues but also a lasting positive impact on the world we share.

REFERENCES

1. Bergmann, J., & Sams, A. 2012. *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education
2. Bonwell, C., & Eison, J. 1991. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report
3. Fink, L. D. 2013. *Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses*. John Wiley & Sons
4. Hazaparu, V., Bordeianu G.D., Radu, F., *Allocation of Funds for the Digitalization of Romanian Universities through the European Commission's Recovery and Resilience Facility* in: Conference Proceedings, the 6th conference Contemporary Issues in Economy and Technology – CIET 2024, ISSN 3043-9779, pp. 99-104
5. Kolb, D. A. 1984. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall
6. O'Reilly, T. 2005. *What is Web 2.0?* O'Reilly Media
7. Palmer, M.S., Giering, J.A. *Characterizing Pedagogical Innovation in Higher Education* in: Innovative High Education 49, 453–473 (2024). https://doi.org/10.1007/s10755-023-09681-6
8. Paraschivescu, A.O., Bontas, D., Radu C.E., Caprioara, M.F., *The sustainability science –a challenge for an education for sustainable development* in: Proceedings of the 5th WSEAS International Conference Recent Researches in Environment, Energy Planning and Pollution, Iasi, Romania, 2011, p. 105-110
9. Paraschivescu A.O., Bordeianu G.D., Urban V., Radu F. *The Need to Improve Education for Sustainable Development and Social Responsibility* in: Economy Transdisciplinary Cognition Journal, George Bacovia

University Publishing House, ISSN 2067-5046, vol. 25, issue 1/2022 (BDI), pp. 70-90

10. Prince, M. 2004. *Does Active Learning Work? A Review of the Research* in: *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231
11. Salomon, G. 1997. *Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations*. Cambridge University Press
12. Shalgimbekova, K., Smagliy, T., Kalimzhanova, R., & Suleimenova, Z. 2024. *Innovative teaching technologies in higher education: efficiency and student motivation* in: *Cogent Education*, *11*(1). https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2425205
13. UNESCO, *Roadmap for implementing the Global Action Programme on ESD*, 2014
14. UNESCO, *Global Sustainable Development Report 2019*
15. *The Sustainable Development Goals Report*, 2019
16. *The Future is Now: Science for Achieving Sustainable Development*, is the first quadrennial *Global Sustainable Development Report* - Independent group of scientists;https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24797GSDR_report_2019.pdf
17. https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7745644/KS-02-16-996-EN-N.pdf;
18. United Nations, www.un.org/sustainabledevelopment/education/
19. http//ec.europa.eu/eurostat/web/education-and-training/data/main-tables
20. http://www.cid.harvard.edu/sustsci

OTPORNOST LOKALNE ZAJEDNICE NA POPLAVE

RESILIENCE OF THE LOCAL COMMUNITY TO FLOODS

Stručni rad / Professional article

Pred. VŠ Akaid Saradak*
Goran Medak, student*
Niko Bulum, student*

Sažetak

Ovaj rad bavi se temom otpornosti lokalne zajednice na poplave, s posebnim naglaskom na grad Metković, koji je zbog svog geografskog položaja često izložen poplavama. U uvodu se analiziraju glavni uzroci poplava, uključujući klimatske promjene, urbanizaciju i neodržavanje vodotoka, te njihov utjecaj na stanovništvo, gospodarstvo i okoliš.
U teorijskom dijelu pojašnjava se pojam otpornosti zajednice te uloga infrastrukture, institucija i civilne zaštite u smanjenju rizika. Detaljno je analiziran slučaj velike poplave iz 2010. godine u Metkoviću, s prikazom uzroka, tijeka događanja, poduzetih mjera i posljedica.
Poseban naglasak stavljen je na izazove u jačanju otpornosti poput nedostatka financijskih sredstava, loše koordinacije među institucijama, niske razine edukacije građana i utjecaja klimatskih promjena. Na kraju se predlažu konkretne mjere za povećanje otpornosti zajednice: integrirani pristup upravljanju rizicima, uključivanje građana u planiranje te dugoročne strategije prilagodbe klimatskim promjenama.

Abstract

This paper addresses the topic of local community resilience to floods, with a particular focus on the city of Metković, which is frequently exposed to flooding due to its geographical location. The introduction analyzes the main causes of floods, including climate change, urbanization, and poor maintenance of waterways, as well as their impact on the population, economy, and environment.

* Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru, mail: akaid@logos-centar.com
* Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru, mail: goranmedak18@gmail.com
* Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru, mail: nikobulum@gmail.com

The theoretical section explains the concept of community resilience and the role of infrastructure, institutions, and civil protection in reducing risk. A detailed analysis is provided of the major flood that occurred in Metković in 2010, including its causes, the course of events, response measures taken, and the resulting consequences.
Special attention is given to the challenges in strengthening resilience, such as the lack of financial resources, poor coordination between institutions, low levels of public education, and the impact of climate change. Finally, the paper proposes concrete measures for improving community resilience: an integrated risk management approach, active citizen involvement in planning, and long-term strategies for climate change adaptation.

1.UVOD

U posljednje vrijeme poplave su česte pojave na području Republike Hrvatske i drugih zemalja u okruženju. Klimatske promjene, zapuštenost korita rijeka, urbanizacija i druge prirodne katastrofe česti su uzroci ovakvih pojava. Poplave kao neželjena pojava ostavljaju posljedice na zajednicu, pored velikih materijalnih šteta mogu uzrokovati smrt, povrede, širenje bolesti (npr. zarazne bolesti zbog kontaminirane vode) i psihološke traume kod stanovništva. Poplave ostavljaju posljedice na ekonomiju, ometaju rad firmi, uništavaju poljoprivredne usjeve i izazivaju velike gubitke u proizvodnji i trgovini. Posljedice poplava značajno utječu na društveni život, raseljavanje stanovništva, prekid školovanja i smanjenje dostupnosti zdravstvene zaštite, narušavaju stabilnost i sigurnost zajednice. Poplave mogu izazvati eroziju tla, zagađenje vode i uništavanje prirodnih staništa biljaka i životinja.
Razumijevanje uzroka i posljedica poplava ključno je za pripremu zajednice, planiranje infrastrukture i smanjenje štete. Snažnije, informirane i pripremljene zajednice lakše se nose s ovim izazovima i brže se oporavljaju nakon prirodne nepogode. Cilj rada je ispitati razinu otpornosti lokalne zajednice u gradu Metkoviću na pojavu poplava, te predložiti konkretne mjere za unapređenje sistema zaštite i odgovora na buduće prirodne nepogode.

2.TEORIJSKI OKVIR

2.1. Pojam otpornosti zajednice

Procjena rizika od katastrofa temeljni je dokument koji priprema i analizira moguće katastrofe i njihove posljedice. Izradom dokumenta za određene

lokacije, lokalna samouprava dužna je provoditi prevenciju, pripremati operativne snage i lokalno stanovištvo za moguće katastrofe.

2.2. Prirodne nepogode i njihov utjecaj na zajednicu

Poplave su među najčešćim i najrazornijim prirodnim katastrofama koje pogađaju ljude i okoliš diljem svijeta. One nastaju kada se voda iz rijeka, jezera, mora ili sustava odvodnje prelije izvan svojih uobičajenih granica i poplavi okolno kopno koje inače nije pod vodom. Grad Metković, smješten u dolini rijeke Neretve, jedno je od područja u Hrvatskoj koje je učestalo izloženo poplavama, prvenstveno zbog svog niskog reljefnog položaja, blizine rijeke, te specifičnih hidroloških uvjeta. Zbog toga poplave imaju snažan utjecaj na lokalnu zajednicu, kako u fizičkom, tako i u društveno-ekonomskom smislu.

3. MEHANIZMI JAČANJA OTPORNOSTI ZAJEDNICE

3.1. Infrastrukturne mjere

Kako bi ublažili ili spriječili štetu od poplava potrebno je razumjevanje lokalne politike za ulaganjem u infrastrukturu. Nakon velike poplave 2010.godine i velike materijalne štete, lokalne vlasti u gradu Metkoviću tražile su rješenja za ublažavanje posljedica u budućnosti. Struka kao rješenje obrane od poplava predložila je gradnju nasipa dugog 6,4 km s crpnim stanicama i ustavama te preljevnim građevinama i dovodnim kanalom na desnoj obali grada Metkovića. Gradnja nasipa na desnoj obali obuhvatila je sve obiteljske kuće koje su pretrpile štetu u poplavama te značajan dio poljoprivrednog zemljišta.
Rizik od poplave značajno ublažava održavanje sustava odvodnje, čišćenje korita rijeke Neretve i močvarnih kanala, za ove mjere sredstva osigurava lokalna samouprava izvajanjem iz fonda naknade za oborinske vode koju plaćaju građani grada Metkovića.

3.2. Organizacijske i institucionalne mjere

Sustav civilne zaštite obuhvaća mjere i aktivnosti (preventivne, planske, organizacijske, operativne, nadzorne i financijske) kojima se uređuju prava i obveze sudionika, ustroj i djelovanje svih dijelova sustava civilne zaštite i način povezivanja institucionalnih i funkcionalnih resursa sudionika koji se međusobno nadopunjuju u jedinstvenu cjelinu radi smanjenja rizika od katastrofa te zaštite i spašavanja građana, materijalnih i kulturnih dobara i

okoliša na teritoriju Republike Hrvatske od posljedica prirodnih, tehničko-tehnoloških velikih nesreća i katastrofa, otklanjanja posljedica terorizma i ratnih razaranja.
Sustav civilne zaštite ustrojava se na lokalnoj, područnoj (regionalnoj) i državnoj razini, a povezuje resurse i sposobnosti sudionika, operativnih snaga i građana u jedinstvenu cjelinu radi smanjenja rizika od katastrofa, pružanja brzog i optimalnog odgovora na prijetnje i opasnosti nastanka te ublažavanja posljedica velike nesreće i katastrofe.
Sustav civilne zaštite redovno djeluje putem preventivnih i planskih aktivnosti, razvoja i jačanja spremnosti sudionika i operativnih snaga sustava civilne zaštite.
Reagiranje operativnih snaga sustava civilne zaštite nastavlja se na djelovanje žurnih službi i redovnih snaga jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave kada one svojim sposobnostima nisu u mogućnosti spriječiti nastanak i/ili razvoj velike nesreće i katastrofe.
Jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave dužne su organizirati poslove iz svog samoupravnog djelokruga koji se odnose na planiranje, razvoj, učinkovito funkcioniranje i financiranje sustava civilne zaštite.
Mjere civilne zaštite su jednokratni postupci i zadaće koje provode svi sudionici u sustavu civilne zaštite na svim razinama radi spašavanja života i zdravlja građana, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša, i to: uzbunjivanje i obavješćivanje, evakuacija, zbrinjavanje, sklanjanje, spašavanje,prva pomoć, KBRN zaštita (Kemijsko-biološko-radiološko-nuklearna zaštita) , asanacija (humana, animalna, asanacija terena), zaštita životinja i namirnica životinjskog porijekla, te zaštita bilja i namirnica biljnog porijekla.
Preventivne aktivnosti u sustavu civilne zaštite obuhvaćaju:

- Posebna istraživanja od važnosti za procjenjivanje i smanjenje rizika od katastrofa, prognoze razvoja prirodnih procesa, te standarde materijala, tehničkih i operativnih rješenja od interesa za smanjenje ranjivosti
- Jačanje svijesti građana, ranjivih i posebnih ciljanih društvenih skupina o opasnostima i mjerama za zaštitu te korištenje broja 112
- Odgoj i obrazovanje djece o specifičnim sadržajima na temelju postojećih ili posebnih programa
- Planiranje korištenja prostora
- Definiranje i primjenu posebnih tehničkih pravila u građenju, industriji, prometu i drugim područjima koja svojom djelatnošću povećavaju ranjivost zajednica
- Posebne strategije, procjene, akcijske planove i programe

- Implementaciju međunarodnih dokumenata na području smanjenja rizika od katastrofa
- Podržavanje politike održivog razvoja i mjera upravljanja identificiranim rizicima
- javno informiranje i suradnju u medijima.

Preventivne aktivnosti u sustavu civilne zaštite provode sudionici i operativne snage sustava civilne zaštite i građani u okviru redovne djelatnosti radi smanjenja rizika, prijetnji i opasnosti za život i zdravlje građana, materijalnih dobara i okoliša od svih vrsta prirodnih i tehničko-tehnoloških velikih nesreća i katastrofa.

3.3.operativne snage sustava civilne zaštite

Mjere i aktivnosti u sustavu civilne zaštite provode sljedeće operativne snage sustava civilne zaštite:
a) stožeri civilne zaštite
b) operativne snage vatrogastva
c) operativne snage Hrvatskog Crvenog križa
d) operativne snage Hrvatske gorske službe spašavanja
e) udruge
f) postrojbe i povjerenici civilne zaštite
g) koordinatori na lokaciji
h) pravne osobe u sustavu civilne zaštite.

4.ANALIZE STUDIJE SLUČAJA

4.1. Uzrok poplave u Metkoviću 2010.god.

Višednevne oborine na području sliva rijeke Neretve, topljenje snijega u susjednoj Bosni i Hercegovini, rezultiralo je punjenjem akumulacijskih jezera do krajnjeg maksimuma, a nakon toga bilo je nužno ispuštati veće količine vode iz akumulacija od dozvoljenih maksimuma. Dodatni uzroci bili su veliki dotok bujičnih voda s okolnih brda i izrazit utjecaj plime na rijeku Neretvu, nepostojanje nasipa za obranu od poplava na desnoj strani rijeke Neretve.

4.2. Poduzete radnje od 06.siječnja do 08.siječnja 2010.god.

Djelatnici Hrvatskih voda postavljaju talpe na otvorima zaštićeno armiranim betonskim zidovima, spuštaju se ustave, a sa vrećama pijeska osiguravaju se kritična mjesta na kanalima-propustima.
Jedinice lokalne samouprave sazivaju stožer Civilne zaštite i stavljaju sve operativne snage u stanje pripravnosti, vatrogasne postrojbe ispumpavaju vodu u ugroženim objektima.
Stožer prikuplja podatke od županijskog centra 112 i prosljeđuje svim uključenim subjektima, dodatne snage stavljaju se u stanje pripravnosti, dogovorene su daljnje mjere koje treba poduzeti, obavještava se javnost.

4.3.Izvanredne mjere obrane od poplava 09.siječnja. 2010.god.

Obavljaju se posebne pripreme za maksimalni vodostaj, na terenu se izmjenjuju snage i održava se njihov optimalan broj.

4.4. Posljedice maksimalnog vodostaja 10.siječnja. 2010.god.

Rijeka Neretva dosegnula je najveći vodostaj u posljednih pedeset godina, poplavljeno je 400 stambenih objekata, 330 pomoćnih objekata, poljoprivredna zemljišta i mnoge prometnice, pod vodom je gotovo 600 hektara površine.
Angažirano je preko 500 vatrogasaca, policija, crveni križ, sanitet, hitna pomoć, gorska služba spašavanja, te brojne gradske tvrtke.

4.5. Pad vodostaja i normalizacija života 11.siječnja.2010.god.

Župan nakon utvrđene štete proglašava elementarnu nepogodu za ugroženo područje.
Vodostaj je u padu, ukidaju se izvanredne mjere obrane od poplava, u narednim danima pristupa se sanaciji ugroženih područja. Po povlačenju vode ispiraju se javne površine, a nakon ispiranja vrši se dezinfekcija, organizira se odvoz nakupljenog otpada.
Normalizacija života i rada tekla je postupno i nije bilo većih čekanja na organizirano djelovanje ustanova.

4.6. Nedostaci i primjedbe

Uočio se nedostatak procjene ugroženosti, sporo aktiviranje stožera civilne zaštite, loše informiranje građana i loša međusobna komunikacija između stožera i operativnih snaga.

5. IZAZOVI I PREPREKE U JAČANJU OTPORNOSTI

5.1. Nedostatak financijskih sredstava

Jedan od glavnih izazova u jačanju otpornosti na poplave predstavlja nedostatak financijskih sredstava. Potrebe za ulaganjima u infrastrukturu, sustave ranog upozorenja i održavanje riječnih tokova zbog klimatskih i urbanističkih promjena su sve veća. Lokalne zajednice zbog ograničenog proračuna i drugih bitnih prioriteta teško same mogu finacirati sustave obrane od poplava, nedostatak sredstava često usporava provedbu preventivnih mjera, što dugoročno može dovesti do većih šteta i troškova obnove.

5.2. Slaba kordinacija između institucija

Slaba kordinacija između institucija civilne zaštite u Hrvatskoj predstavlja značajnu prepreku u efikasnom odgovoru na krizne situacije poput poplava.Često dolazi do preklapanja nadležnosti, nejasne raspodjele uloga, te nedovoljne razmjene informacija između lokalne, regionalne i nacionalne razine. Odsustvo standariziranih procedura i zajedničkog planiranja dodatno otežava usklađeno djelovanje na terenu. Kako bi sustav bio učinkovitiji, nužno je ojačati institucionalnu suradnju kroz jasnije protokole, redovitu obuku i razvoj jedinstvenih platformi.

5.3. Niska razina svijesti i edukacije građana

Nakon niza katastrofa u Republici Hrvatskoj, operativne snage civilne zaštite značajno su poboljšale svoje nedostatke u opremi i obukama članova, možemo reći da se pojačala i prevencija u smislu infrastrukture. Najveća problematika je u lošoj edukaciji stanovništva, kako da postupaju u slučaju katastrofa ili eventualne evakuacije i koje mjere samozaštite trebaju poduzeti. Loša educiranost stanovništva značajno otežava rad operativnih snaga na terenu, imali smo primjere kod poplave u Gunji 2014.godine i potresa u Petrinji 2020.godine kada stanovništvo nije shvatilo ozbiljnost situacije, te su

izbjegavali evakuacije. Uzroci takve reakcije su brojni od nedovoljne edukacije u školama i zajednicama, nepovjerenja u sustav i manjka preventivnih kampanja samo su neki od primjera i na ovom slučaju sustav treba raditi.

5.4. Klimatske promjene i povećana učestalost ekstremnih događaja

Pojam “klimatske promjene” odnosi se na trenutačne promjene obrazaca klime u različitim djelovima svijeta uzrokovane zagrijavanjem zemljine atmosfere, tla i oceana antropogenim djelovanjem. Brzo zagrijavanje Zemljine klime uzrokovano je porastom koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi što je posljedica ljudskih aktivnosti na zemlji. Klimatske promjene toliko su uznapredovale da Međuvladin panel za klimatske promjene (eng. International Panel on Climate Change, IPCC), krovno globalno tijelo Ujedinjenih naroda zaduženo za njihovo praćenje, više ne govori o zaustavljanju promjena već o načinima kako ih možemo ublažiti i na njih se prilagoditi. Ako to ne učinimo u pitanje se dovodi opstanak ljudske civilizacije i ekosustava na našem planetu još tijekom ovog stoljeća. Što to znači, kada kažemo da se klima mijenja? Pojam “klime” uvelike se razlikuje od pojma “vremena”. Vrijeme se mijenja iz sata u sat i iz dana u dan. Promjene klime možemo opaziti samo promatranjem karakteristika vremena tijekom dužih vremenskih perioda. Danas znamo da se klima mijenja jer se prosječno tijekom duljeg razdoblja (preko sto godina) globalna srednja temperatura neprestano povećavala i na kopnu i moru. Trenutno je srednja globalna temperatura zraka za oko 1,2 °C viša nego u predindustrijsko doba. Klima se mijenjala više puta u geološkoj povijesti Zemlje, što je dovelo do velikih promjena u biosferi. Međutim, u doba velikih klimatskih promjena na Zemlji nije postojala ljudska civilizacija nalik današnjoj. Također, te su promjene bile puno sporije i stoga su omogućavale postepenu prilagodbu živog svijeta na planeti novim uvjetima. Promjene klime kojima danas svjedočimo javljaju se istovremeno s velikom ekološkom krizom i krizom bioresursa. One su uzrokovane ljudskim djelovanjem, izrazito su brze, te dovode u pitanje opstojnost ljudske civilizicije i općenito života na Zemlji.

6. PREPORUKE ZA POBOLJŠANJE OTPORNOSTI

6.1 Intergrirani pristup upravljanju rizicima

Integrirani pristup upravljanju rizicima podrazumijeva usklađeno i sveobuhvatno djelovanje različitih sektora i razina vlasti radi smanjenja rizika od katastrofa. Umjesto odvojenog rješavanja problema, ovaj pristup uključuje

suradnju svih relevantnih sudionika te obuhvaća sve faze upravljanja rizikom – od prevencije do oporavka.
Zašto je važan kod poplava?
Zato što poplave ne pogađaju samo jedan sektor ili dio zajednice. Na primjer:

- Ako urbanisti ne planiraju pravilno izgradnju u rizičnim zonama (povećava se šteta).
- Ako škole nisu educirane (djeca su ranjivija.)
- Ako nema dobre koordinacije između hitnih službi (reakcija je spora).

Integrirani pristup povezuje sve ove točke u jedinstvenu strategiju.

6.2.Aktivno uključivanje zajednice u planiranje

Uključivanjem zajednice u planiranje znači aktivno sudjelovanje stanovništva u procesu donošenja odluka, koje utječu na njihov život i sigurnost. U kontekstu upravljanja rizicima od poplava, to uključuje sudjelovanje stanovništva u izradi planova zaštite i spašavanja, identifikaciji rizika, razmjeni lokalnih znanja, te donošenju mjera prevencije i oporavka. Takav pristup povećava učinkovitost mjera i jača otpornost zajednice. Imamo dobar primjer iz susjedne države Slovenije:
Grad Ljubljana provodi projekt "Poplave? Ne, hvala!" u kojem lokalne zajednice aktivno sudjeluju u planiranju mjera zaštite od poplava. Stanovnici su uključeni kroz radionice, javne rasprave i simulacije evakuacije, gdje izražavaju svoja mišljenja, ukazuju na lokalne probleme i predlažu rješenja. Njihovo znanje o terenu i prethodnim poplavama pomaže stručnjacima da učinkovitije planiraju zaštitne mjere, a istovremeno se povećava svijest i pripravnost stanovništva.

6.3. Dugoročne strategije prilagodbe klimatskim promjenama

Planirani i sustavni pristupi koji imaju za cilj prilagodbu društva, gospodarstva i okoliša na promijenjene klimatske uvjete – kao što su porast temperature, povećan rizik od poplava, suša i drugih ekstremnih vremenskih pojava.
One uključuju:

- Ulaganje u otpornu infrastrukturu (npr. sustavi odvodnje, nasipi)
- Održivo upravljanje vodnim resursima
- Promjene u urbanističkom planiranju (izbjegavanje gradnje u rizičnim zonama)
- Razvoj ranih sustava upozoravanja

- Edukaciju i informiranje javnosti
- Zaštitu prirodnih ekosustava (npr. obnova močvara koje upijaju višak vode)

Primjer strategije prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj od 2020.god. do 2040.god

Republika Hrvatska usvojila je Strategiju prilagodbe klimatskim promjenama, koja definira dugoročne mjere za smanjenje ranjivosti prirodnih sustava, gospodarstva i društva.

Neki od ključnih ciljeva i mjera uključuju:

- Poboljšanje sustava zaštite od poplava kroz obnovu riječnih korita, izgradnju retencijskih prostora i zelene infrastrukture
- Očuvanje šuma i obalnih ekosustava kao prirodnih barijera protiv klimatskih utjecaja
- Prilagodbu poljoprivrede promjenjivim klimatskim uvjetima (npr. promjena usjeva, navodnjavanje)
- Jačanje lokalnih kapaciteta i planiranja – uključujući izradu lokalnih planova prilagodbe

Strategija se provodi kroz međusektorsku suradnju i financira iz državnog proračuna, fondova EU i međunarodnih izvora.

7. ZAKLJUČAK

Klimatske promjene sve češće dovode do poplava koje ugrožavaju sigurnost, stabilnost i održivost lokalnih zajednica. Na temelju analize grada Metkovića može se uočiti kako prirodni, infrastrukturni i organizacijski faktori značajno utječu na ranjivost stanovništva, ali i da se uz kvalitetno planiranje, koordinaciju i ulaganja mogu učinkovito ublažiti posljedice. Otpornost zajednice ne ovisi isključivo o fizičkim mjerama poput nasipa i sustava odvodnje, već jednako važno mjesto zauzimaju jačanje institucionalnih kapaciteta, edukacija građana i suradnja svih relevantnih sektora. Ključni elementi su primjena integriranog pristupa upravljanju rizicima, uključivanje građana u sve faze planiranja te provođenje dugoročnih strategija prilagodbe na klimatske promjene. Zajednice koje razumiju rizike, aktivno sudjeluju u odlučivanju i imaju razvijene mehanizme odgovora pokazuju se otpornijima i sposobnijima za brži oporavak nakon prirodnih nepogoda. Iskustvo grada Metkovića potvrđuje važnost stalnog unapređenja sustava zaštite od poplava, te predstavlja vrijedan primjer drugim lokalnim sredinama kako se pripremiti za buduće izazove.

LITERARURA

1. https://www.zakon.hr/z/809/zakon-o-sustavu-civilne-za%C5%A1tite
2. Studija slučaja poplava u dolini Neretve –Državna uprava za zaštitu i spašavanje (duzs). Osposobljavanje Stožera jedinica lokalne i regionalne samouprave
3. https://www.znanost-klima.org/wp-content/uploads/2021/12/Klimatske-promjene-u-Hrvatskoj.pdf
4. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_04_46_921.html

POŽARI I OTPORNOST DJELOVANJA ZAJEDNICA U KRIZNIM SITUACIJAMA

FIRES AND COMMUNITY RESILIENCE IN CRISIS SITUATIONS

Stručni rad / Professional paper

Pred. VŠ Akaid Saradak*

Semir Dizdarević, student*

Sažetak

U današnje vrijeme, prirodne nepogode su i više nego ozbiljna prijetnja zajednicama širom svijeta, a ovaj tip nepogoda dodatno eskalira upravo zbog klimatskih promjena. U ovakvim slučajevima od vitalne je važnosti upravo otpornost nesrećom zahvaćenih zajednica, te njihova mogućnost da se adekvatno pripreme i u potrebnom trenutku reaguju na odgovarajući način. Ovaj istraživački rad bavi se proučavanjem otpornosti zajednica, a poseban akcent je na njihovom djelovanju u kriznim situacijama. U fokusu ovog rada je najčešća prirodna nepogoda koja zahvaća područje Hercegovine, a to su požari. Požari na ovome području su jedni od najrazornijih u regiji, tako da se u ovom radu posebno istražuju uzroci požara, a to su između ostalog sušna ljeta praćena iznimno visokim temperaturama, ali postoje i faktori ljudskog porijekla, kao što su nemar i namjerno podmetanje vatre. Osim uzroka, u radu se istražuju i katastrofalne posljedice, kao što su ugrožavanje zdravlja građana, ugrožavanje bogate hercegovačke flore i faune, kao i ekonomsko opterećenje požarom zahvaćenih područja. Također, ovaj istraživački rad nastoji analizirati lokalne protupožarne prakse, te na osnovu dobivenih podataka ukazati na mnogobrojne manjkavosti sistema. Na samom kraju, istraživanje pruža jasne preporuke za boljitak preventivnih mjera, a sve u cilju smanjenja rizika od novih razornih požara.

***Ključne riječi**: prirodne nepogodine, požar, Hercegovina, otpornost zajednice, zaštita od požara, uzroci požara*

* Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru, mail: akaid@logos-centar.com

* Visoka škola “Logos – Centar” Mostar, mail: seminjo56@gmail.com

Abstract

Nowadays, natural disasters are more than a serious threat to communities around the world, and this type of disaster is further escalating precisely because of climate change. In such cases, the resilience of the communities affected by the disaster is of vital importance, as well as their ability to adequately prepare and react appropriately at the necessary moment. This research paper deals with the study of communities' resilience, with a special emphasis on their actions in crisis situations. The focus of this paper is the most common natural disaster that affects the area of Herzegovina, namely fires. The fires in this area are one of the most destructive in the region, so this work specifically investigates the causes of the fires, which are between the remaining dry summer accompanied by extremely high temperatures, but there are also factors of human origin, such as negligence and intentional fire-setting. In addition to the causes, the paper also investigates the catastrophic consequences, such as endangering the health of citizens, endangering the rich Herzegovinian flora and fauna, as well as the economic burden of the areas affected by the fire. This research also aims to analyze local fire prevention practices and, based on the data obtained, point out numerous shortcomings in the system. Finally, the research provides clear recommendations for improving preventive measures, all with the aim of reducing the risk of new devastating fires.

Keywords: *natural disasters, fire, Herzegovina, community resilience, fire protection, causes of fires*

1. POŽARI U HERCEGOVINI – LOKALNI KONTEKST

1.1. Geografske i klimatske karakteristike Hercegovine

Hercegovina se odlikuje iznimno interesantnim klimatsko-geografskim specifičnostima, a one su u direktnoj korelaciji sa frekventnosti eskalacije požara na ovim područjima. Hercegovina se nalazi na jugu BiH, a u njoj preovladava brdo-planinski reljef koji je uglavnom pokriven mediteranskom i submediteranskom vegetacijom. Govorimo o iznimno gustom i suhom biljnom bogatstvu koji se tokom ljetnih mjeseci (naročito juli i august) vrlo lahko zapali. Zbog svoje geografske lokacije, da se zaključiti da Hercegovina sama po sebi ima skoro pa sve odlike mediteranske klime. Zime su uglavnom dosta umjerene i blage, bez ozbiljnog i dugotrajnog temperaturnog minusa, a ljeta su topla i suha, često sa temperaturama čak i do 40 ^{o}C. U toku prethodno spomenutih

ljetnih mjeseci, količina ukupnih padavina je zanemarljiva, a to sve skupa predstavlja idealnu prilika za eskalaciju požara. Takvi sušni periodi traju po nekoliko mjeseci, a situaciju dodatno ugrožava vjetar.
Ne treba zaboraviti ni činjenicu da u Hercegovini obitava veliki broj nenadziranih terena, kao što su napušteni posjedi, šikare i zapostavljena poljoprivredna zemljišta, a upravo te kategorije predstavljaju velik rizik za požarnu eskalaciju. Sve to skupa, uz nisku požarnu kontrolu i prevenciju, rezultira kreiranjem dosta opasnih uvijeta tokom ljeta.
Mnoga prirodna bogatstva i resurski koji su karakteristični za područje Hercegovine, kao što su vinogradi, maslinjaci, borove šume i plantaže voća su locirani upravo u područjima velike izloženosti od požarnih neprilika. Nerijetko se dešava da požari dođu čak i do naseljenih prostora, i tako dolazi do velikog straha kod ljudi, kako za život i zdravlje, tako i za njihovu imovinu.
Glede na sve prethodno istaknuto, nije teško zaključiti da je Hercegovina najrizičnija regija u BiH u pogledu požara. Neophodno je izdvojiti dovoljno vremena i pažnje, te se sa ovim problemom uhvatiti u koštac. Zbog ovakvih prirodnih uvijeta, prevencija, praćenje i žurna reakcija na požare moraju biti sprovedeni na najvišem mogućem nivou. Osim toga, stanovništvo mora biti propisno educirano i obavješteno kako reagovati na pravi način.

1.2. Sezonalnost i rizična područja

Kao što je prethodno navedeno, požari u Hercegovini nisu cjelogodišnji, nego sezonski problem. Naročito su izraženi u ljetnim mjesecima, odnosno od juna do septembra. Ovaj period zbog jako visokih temperatura, manjka padavina, i naleta vjetra stvara idealne uslove za eskalaciju požara. Zbog klimatskih promjena i povišenja temperatura, ljeto, a samim tim i požarna sezona u Hercegovini počinje da traje duže.
Rizična područja Hercegovine su uglavnom ona u ruralnim područjima, na brdima, te u blizini šuma. Opštine na području Hercegovine koje su najviše ugrožene su Mostar (sa okolicom), Čapljina, Neum, Stolac, Ravno i Ljubinje. U prethodno navedenim opštinama iz godine u godinu vatrene stihije oštećuju prirodna bogatstva, imovinu lokalnog stanovništva, te ekonomiju kantona i Federacije.



Slika 1 – Požar kod Mostara 2024. godine (www.hercegovina.info)

Ono što predstavlja dodatni problem jeste upravo to da je do mnogih rizičnih područja pristup vrlo otežan, a posebno za veći broj glomaznih vatrogasnih vozila i dodatne opreme. Pristupni putevi su zbog terenske nepristupačnosti u vrlo lošem stanju, tako da vatrogasci u dosta slučajeva moraju hodati, a kada su u pitanju ozbiljnije situacije, traži se pomoć helikoptera Oružanih snaga BiH, ili kanadera koji su u posjedu Vlade RH. U cijeloj priči ne treba zaboraviti ni ljudski faktor. Na području Hercegovine, namjerno izazivanje požara, neodgovorno ponašanje u prirodi ili paljenje otpada nisu rijedak slučaj. Mnogi požari su tako rezultat kriminalnih dijela, ali i ljudskog nemara. Nedostatak sistemske kontrole i pooštravanje mjera dodatno otežava situaciju. One zajednice koje se nalaze u neposrednoj blizini žarišta moraju biti jako dobro organizovane i oprezne. Neophodni su unaprijed pripremljeni planovi za praćenje požara, planovi za evakuaciju ljudi, te konstantno educiranje lokalnih žitelja.

1.3. Statistika posljednjih godina

Statistički podaci iz posljednih deset godina su iznimno zabrinjavajući. Oni ukazuju na to da broj sezonskih požara u Hercegovini raste iz godine u godinu, kako po broju, tako i po intenzitetu. Prema podacima, svake godine se desi nekoliko stotina požara na otvorenom, a većina njih je na području Hercegovine. U tim nedaćama budu uništeni hektari šume. Na primjer, ljeta 2022. u Hercegovini je zabilježeno čak četiri stotine većih i manjih požara. Nije rijetkost da ti požari traju danima, pa nekad i sedmicama, a upravo zbog visokih temperatura i nemogućnosti pristupa terenu. Osim toga, ekonomske posljedice su često nesagledive, a šteta se broji u milionima konvertibilnih maraka.

2. UZROCI I NASTANAK POŽARA U HERCEGOVINI

2.1. Prirodni uzroci

Od svih potencijalnih uzroka požara u Hercegovini kao primarni se navode prirodni uzroci, a posebno u periodu od juna do septembra, kada suša i temperatura izađu iz standardnih okvira. Temperature se kreću čak i do nevjerovatnih 35 - 40 stepeni Celzijusa, a kad se to kombinira sa naletima vjetra, nedostatkom vlage i gorenju podložnoj vegetaciji dolazi do zaista pogodnih uslova za eskalaciju požara velikog obima i intenziteta. Nedostatak bilo kakvih padavina, odnosno suša koja traje mjesecima u velikoj mjeri otežava datu situaciju. Manjak, a nekada i potupni nestanak vlage u zemlji i biljkama povećava šanse za zapaljenje trave i lišća. Ove suše su postale sve češće u području Hercegovine.
Vjetrovi na ovom području, a posebno hercegovačka bura, u mnogome doprinose brzom širenju požara. Kad požar jednom eskalira, udari vjetra vrlo lahko prenose plamen i iskre na velike udaljenosti, pa čak i preko prirodnih barijera. Vjetar samim tim otežava gašenje, a vatra se širi u više pravaca. Osim prethodno navedenih uzroka, u brdskim i planinskim područjima požari se mogu pojaviti i pri udaru groma. Ovi požari nisu toliko česti, ali ipak kad se dese su jako opasni zato što se ne zapaze odmah i zato što su u popriličnо zabačenim i nepristupačnim dijelovima. U ovom slučaju je glavni problem nedostatak pravovremene detekcije.

2.2. Ljudski faktor

Vjeruje se da je iznimno veliki broj požara u Hercegovini uzrokovan ljudskim faktorima. Podmetanje požara od strane čovjeka jedan je od glavnih uzroka ovih nesreća ne samo u Hercegovini, nego i u regiji. „Polovina svih svjetskih megapožara—šumskih požara koji zahvataju 40.000 hektara ili više—uzrokovana je ljudskim djelovanjem i stoga su teoretski sprječivi” (Pyne, 2001). Nekada se tu radi o nenamjernom podmetanju, odnosno ljudskoj nepažnji, a nekada su u pitanju pojedinci koji namjerno podmetnu požare iz ličnih razloga.
Nepažnja ljudi u ovom slučaju predstavlja nesagledIv i poražavajući problem. Ljudi vrlo često jednostavno nisu sposobni i educirani da sigurno i bez posljedica kontrolišu plamen, pa se u više navrata desi da su požari uzrokovani prilikom paljenja otpada, paljenja roštiljske vatre, izbacivanja opušaka kroz prozor automobila i slično. Ljudi uglavnom nisu svjesni koliko strahovito brzo

vatra može napredovati usljed suhog tla, visoke temperature i naleta vjetra, pa se u datim situacijama ne ponašaju dovoljno odgovorno.
Različite poljoprivredne aktivnosti koje podrazumijevaju paljenje, na ovom području nanose veliku štetu. Iako su poljoprivrednici svjesni nelegalnosti i pravnih posljedica svojih djela oni to u većini slučajeva uporno ignorišu radi svog komfora, olakšice i financijske uštede. Glavni problem nastane kada poljoprivredni djelatnici zanemare sve mjere preventive širег požara, pa im vatra izmakne kontroli. Na taj način mogu u potpunosti izgoriti hektari namjenskih poljoprivrednih parcela i usjeva, a i okolnih područja, a ekonomske posljedice su često jako loše.
Manjak edukacije građana i njihova niska svijest o opasnosti požara često prave velike probleme. Često se dogodi da ljudi požar ne prijave na vrijeme ili misle da ga mogu samostalno ugasiti pa ne pozovu nadležnu vatrogasnu službu pravovremeno. Tada se desi da požari i dodatno dobiju na intenzitetu i raširе se do takve mjere da ih je jako teško obuzdati. Protupožarne kampanje i edukacija stanovništva, a pogotovo mladih su uprkos tome na jako niskom nivou. Obuke ovog tipa bi u velikoj mjeri pomogle informisanju stanovništva.

2.3. Neefikasan sistem ranog upozoravanja

U praksi prevencije, suzbijanja i kontrole požara od velike je važnosti upravo pravovremeno djelovanje i brz izlazak na teren. Glede na to da ovo područje značajno kasni za savremenim sistemima, pravovremeno djelovanje je u dosta slučajeva jako teško za postići. U prethodno navedene savremene sisteme između ostalih ubrajamo satelitske nadzore najugroženijih terena, snimke dronovima, kao i različite detektore dima koji se postavljaju na posebno kritičnim područjima.
Većina požarnih intervencija se izvodi na osnovu prijava građana. Ako pretpostavimo da ni građani ne vide požar odmah u trenutku njegove primarne eskalacije, jasno je da je da će od te eskalacije pa sve do dolaska vatrogasne ekipe na teren proći značajan vremenski period. Za to vrijeme prvobitni požar će se vrlo lahko raširiti i na okolna područja i samim tim će njegovo efikasno gašenje biti izuzetno otežano. U takvim slučajevima neminovno je da se iz minute u minutu ugroženost flore, faune, imovine, pa čak i ljudskih života povećava, a ekonomski trošak raste.
U cijeloj nastaloj situaciji dodatni problem pravi manjak komunikacije i sarađivanja nadležnih službi kao što su vatrogasne službe, civilna zaštita, policija i lokalne vlasti. Neadekvatno sarađivanje ovih institucija predstavlja veliki problem zbog zastoja u informacijama, a već smo više puta naglasili da je

pravovremena reakcija od izuzetno velikog značaja u borbi protiv požara. Smatra se da bi jedan centralizovani sistem u kome bi se aktivno objavljivale i razmijenjivale sve relevantne informacije bio od velikog značaja.
Također, vrlo bitna stvar koja nedostaje Hercegovini kao požarno-osjetljivom području je dobra meteorološka podrška za ranu prognozu i predviđanje rizika od požara. U mnogim razvijenim zemljama postoje meteorološke prognoze za požare koje na osnovu vremenskih uslova, gustine vegetacije i vlažnosti tla mogu pretpostaviti kada i gdje bi mogao izbiti požar. U Hercegovini su ovakvi sistemi i tehnologije i dalje nažalost nepoznanica, pa čak ni lokalno stanovništvo nije dovoljno upoznato sa svim neophodnim zaštitnim mjerama.

3. POSLJEDICE POŽARA

3.1. Ekološke posljedice

“Požari radikalno mijenjaju ekosisteme, ogoljujući zemljište od vegetacije, narušavajući staništa divljih životinja i ubrzavajući eroziju tla. U mnogim slučajevima, oporavak traje decenijama, a pojedine ekološke ravnoteže zauvijek su izgubljene.” (Voss, 2020). Ekološke posljedice požara u Hercegovini nisu iznimka. Vatrene stihije koje u samo nekoliko sati progutaju hektare brda, livada, šuma, te obradivih površina nedvojbeno ugrožavaju hercegovačke ekosisteme flore i faune. Postoje mnoge endemske vrste koje dolaze na rub nestanka svake godine. Tako se desi da biljke i životinje iz svog prirodnog staništa nestanu preko noći. Međutim nestanak jedne biljne ili životinjske vrste sa jednog njenog prirodnog staništa može vrlo lahko uticati na sve ostale vrste zbog lanca ishrane.
Šumski biljni sistemi se značajno teže i sporije obnavljaju i upravo zbog toga su dugoročne posljedice šumskih požara jako loše. U mnogim razornim požarima prethodnih godina, a posebno 2017. godine na lokalitetima sa visokom nadmorskom visinom širom Hercegovine, a posebno na planini Rujište kod Mostara značajno je stradala endemska vrsta bora pod nazivom “Munika”, koja je poznata po svojim blagotvornim uticajima na plućne bolesnike. Hercegovina je izrazito bogata i drugim ljekovitim biljnim vrstama, a posebno smiljem i kaduljom, ali i te su vrste zbog požara u opasnosti.



Slika 2 – Požarom uništena borova šuma na Rujištu (www.avaz.ba)

Osim biljnih vrsta ugrožene su i životinje ovog područja. Životinjske vrste koje su godinama obitavale na svojim staništima mogu za samo par sati postati žrtve razornih požara. To naravno ne podrazumijeva smrt u svakom slučaju, nego i mnoge druge situacije kao što su uništenje prirodnog staništa, kao i prekid lanca ishrane. Tako se sa sigurnošću može reći da nestanak jedne vrste direktno utiče na cjelokupni ekosistem. Glede na to da su požari česta pojava i na području Livna, u direktnoj su opasnosti i divlji livanjski konji koji su postali svojevrstan simbol kako Livna, tako i cijele Hercegovine.

3.2. Ekonomske posljedice

Osim flore i faune, velike posljedice trpi i ekonomija područja, glede na to da požari direktno negativno utiču na poljoprivredu, turizam i infrastrukturu. “Požari nisu samo ekološke katastrofe, već i duboki ekonomski šokovi. Od uništene infrastrukture, preko poremećenih lokalnih ekonomija, do vrtoglavih troškova osiguranja — lančani efekti mogu destabilizirati regionalni razvoj godinama.” (Mercer, 2019) Upravo od sektora turizma i poljoprivrede, ekonomija pogođenih kantona, kao i Federacije BiH mnogo zavisi, a šteta koja je nastala usljed požara može lokalnu vlast dovesti na rub. Iz godine u godinu dolazi do gubitaka šume, usjeva i imovine.

Turizam također u velikoj mjeri trpi velike štete, glede na to da se on na području Hercegovine uglavnom temelji i zasniva na obilascima prirodnih ljepota, sela, te planinarenju. Nakon razornih požara prirodne ljepote gube svoju privlačnost, a to direktno utiče na broj posjetioca. To se posljedično negativno odražava na rad hotela i ugostiteljskih objekata širom Hercegovine.

Specifične hercegovačke poljoprivredno-plantažne kulture, kao što su masline, grožđe i mnoge vrste voća također su ugrožene. Osim direktne štete, dolazi i do gubitaka kasnijih prihoda, glede na to da će se morati sve kulture saditi ponovo i čekati njihova berba. Također se posljedično javlja problem sa plodnošću tla, zbog velikog prisustva pepela. Osim toga čest je slučaj da požari uništavaju velike količine i zalihe stočne hrane, kao što je na primjer suha trava ili sijeno.



Slika 3 –Vatrom poharan maslinjak u Ljubuškom (www.fokus.ba)

Infrastrukturne kategorije poput javnih objekata, puteva, dalekovoda i slično, također često trpe velike posljedice. Oštećenje raznih cijevi, kablova i stubova za struju ometa svakodnevni život i rad stanovništva, a osim toga urokuje i značajne novčane gubitke nadležnim službama u čijem su vlasništvu prethodno navedene infrastrukturne kategorije.

3.3. Uticaj na klimatske promjene

Jedna od posljedica požara o kojoj se jako malo govori jeste njihov jako loš uticaj na klimatske promjene. “Požari su istovremeno simptom i pokretač klimatskih promjena. Ispuštajući ogromne količine ugljika u atmosferu, narušavaju prirodne rezervoare ugljika i pojačavaju upravo one uslove koji su doveli do njihove veće učestalosti.” (Elridge, 2022) Prilikom požara oslobađa se jako velika količina ugljikovog-dioksida (CO_2). Taj gas je jedan od ključnih i najviše odgovornih za efekat staklenika. CO_2 se godinama nakuplja u drveću i tlu, a onda se pri gorenju naglo i u velikim količinama ispušta u atmosferu. Glede na to da su u Hercegovini požari jako česta pojava, te da se prilikom

gorenja, također često oslobađaju metan, te azotni oksidi, sve to dodatno unapređuje za čovjeka poguban efekt staklene bašte.
Jedna stvar uglavnom vuče ka drugoj, pa se gubitkom šumskih površina smanjuje i mogućnosti biljaka da u velikoj količini upijaju CO_2 gasove. Taj problem se potencijalno može iskorijeniti ili bar umanjiti regeneracijom šuma kroz proces pošumljavanja. Međutim to je vrlo težak i dugotrajan posao koji može trajati godinama, pa i decenijama da bi se osjetile stvarne razlike. Tako da se sigurnošću može reći da će se posljedice jednog požara osjećati i dugo vremena nakog njegovog gašenja. Ne treba zaboraviti ni to da požari mijenjaju mikroklimatske uslove jednog područja time što snižavaju vlagu tla, te povećavaju temperature zraka i zemljišta, a to dovodi do promijena u padavinama.

3.4. Uticaj na zdravlje stanovništva

Često se desi da je požarima ugroženo čak i zdravlje stanovništva. Ono može biti ugroženo zbog izloženosti dimu, čađi, iznimno visokim temperaturama i slično. Mnoge čestice koje se nađu u dimu koji nastaje paljenjem biljnih materijala mogu bez problema prodrijeti u pluća. “Dugoročni zdravstveni efekti požara sežu daleko dalje od opekotina i neposrednog udisanja dima. Hronično izlaganje česticama, posebno PM2.5, tiho narušava zdravlje disajnog i kardiovaskularnog sistema, utičući na čitave zajednice dugo nakon što vatra nestane.” (Mora, 2021) Lokalni stanovnici se često u ljetnim periodima godine, a upravo zbog izloženosti požara, žale na pogoršanje simptoma bronhitisa i astme, kao i na slične respiratorne smetnje čiji simptomi obuhvataju gušenje i kašalj. Tim rizicama su posebno izložena mala djeca i adolecenti, trudnice, starije osobe, kao i osobe sa oslabljenim imunskim sistemima.
Osim očiglednih fizičkih, ne treba zanemariti ni psihološke posljedice požara. Mnogi pojedinci su izgubili domove, te doživjeli jako stresne evakuacije. Usljed takvih okolnosti nije rijetkost da se kod tih osoba jave simptomi PTSP-a, anksioznog poremećaja, ili čak depresije. To je sve posebno izraženo kada se situacije sa požarima ponavljaju učestalo, kao što je to slučaj u Hercegovini. Sam zdravstveni sistem na ovom području često nije dovoljno jak da iznese nagli porast korisnika. Kao čest problem se javlja i nedostatak mobilnih timova, a iznimno je teško osobama koje žive u odsječenim i ruralnim terenima ovih područja koja su pritom iz određenih razloga podložna eskalaciji požara.

4. PRIJEDLOZI ZA UNAPREĐENJE OTPORNOSTI NA POŽARE U HERCEGOVINI

4.1. Preventivne mjere

Smatra se da je prevencija najbitniji, ali i najpotcijenjeni korak u borbi protiv požara. Ako su preventivne mjere dobre one mogu u velikoj mjeri reducirati mogućnosti eskalacije i ekspanzije požara. Prvi korak bi jednostavno mogao da bude analiza dosadašnjih požara u zadnjih 5 sezona. Na osnovu dobivenih podataka, rizična područja se identificiraju i mapiraju. Uz pomoć savremenih GIS tehnologija može se dosta dobro utvrditi raspored objekata u blizini, kao i šumskih površina. Drugi korak bi bio redovito sezonsko održavanje svih zelenih područja na hercegovačkim teritorijama. To se može postići čišćenjem suhe vegetacije, te redovitim paljenjem biomase u kontrolisanim uvijetima.
Osim toga bitno je da se stanovništvo, a pogotovo djeca i mladi kontinuirano educiraju o načinima gašenja, kontroliranja i prevencije požara. Ključno je da građani znaju kako detektirati znakove opasnosti, kome trebaju prijaviti probleme, kako kontrolisati vatru koju su zapalili na svom posjedu, te kako se tačno ophoditi prema vatri na otvorenom. Također, smatra se da bi se zakonodavno-pravnim putem moglo dosta toga učiniti. Potpuna zabrana paljenja u ljetnim mjesecima, kao i zabrana bilo kakvih sredstava pirotehničkog karaktera bila bi potpuno opravdana. Predviđene kazne za ta krivična djela bi morale biti jasno definisane i dosljedne kako bi se onemogućilo neodgovorno ponašanje.

4.2. Tehnička opremljenost i logistika

Jako bitan uslov za efikasno gašenje i suzbijanje požara jeste upravo nivo tehničke opremljenosti nadležnih službi. Vatrogasne jedinice i jedinice službe za civilnu zaštitu nužno moraju imati pristup savremenim vozilima, opremi, te termovizijskim kamerama. Osim toga moraju biti snadbjeveni gorivom, potrošnim materijalima i rezervnim djelovima, a njihova logistika mora biti na nivou.
Nerijetko se dešava i to da su požari tako velikog obima da jednostavno nema dovoljno ljudstva. U takvim slučajevima pripradnicima profesionalne vatrogasne jedinice ispomoć pružaju pripadnici dobrovoljnih vatrogansih društava. Da su Hercegovci svjesni da žive u požarno-osjetljivim uslovima govori nam i činjenica da u Hercegovini postoji jako veliki broj dobrovoljnih

vatrogasnih društava. Na području Mostara i njegove okolice najpoznatiji su DVD Buna, DVD Jugoistok-Blagaj, DVD Rujište, DVD Polog i mnoga druga.

5. ZAKLJUČAK

Požari na području Hercegovine predstavljaju sve veći i seriozniji problem, koji zahtijeva temeljite i proaktivne strategije kako bi se razumjeli njihovi uzroci, posljedice i rješenja. Spomenuti prirodni uslovi, kao što su visoke temperature, sušni periodi i snažni vjetrovi u kombinaciji s ljudskom nepažnjom formiraju jako veliki rizik, a naročito tokom ljetnih mjeseci. Uticaj klimatskih promjena dodatno otežava situaciju, time što produžava vremenski okvir za požare i povećava njihovu učestalost U ovom kontekstu, važno je napomenuti da požari ne predstavljaju isključivo sezonski problem, već ozbiljnu i dugoročnu prijetnju sigurnosti, okolišu i društveno-ekonomskom razvoju cijelog područja.
Ekološke posljedice požara su izuzetno ozbiljne. Gube se brojna biljna i životinjska bogatstva. To značajno utiče na ekosisteme i biodiverzitet cijelog područja, a devastiranim eko-područjima su potrebne decenije da se u potpunosti oporave. Osim toga oslobađanjem enormne količine ugljendioksida pojačava se i efekat staklenika, odnosno globalno zagrijavanje. Tako se stvara svojevrsni začarani krug iz kojeg je sve teže izaći bez hitnih mjera. Nažalost, može se reći da mjere često nedostaju ili se prekasno implementiraju. Ekonomski gubici uzrokovani požarima su također jako veliki. Poljoprivreda se suočava s velikim minusima upravo zbog uništenih usjeva, zasada i stoke, dok turizam, najvažniji sektor u Hercegovini, trpi pad broja posjetitelja zbog straha turista od opasnosti ali i zbog gubitka prirodnih ljepota. Oštećenje infrastrukture znatno komplicira i otežava svakodnevni život lokalnog stanovništva, a obnova zahtijeva velika finansijska sredstva i vrijeme. Uz to, zdravlje ljudi koji žive u tim područjima je direktno ugroženo, posebno među ranjivim grupama.
Reakcija samih zajednica na požare u ovom dijelu naše države pokazuje jako velike pozitivne pomake, ali i mnoge slabosti. Strategije za zaštitu lokalnog karaktera često su samo formalne i mrtvo slovo na papiru, a manjkaju im konkretni koraci i odgovarajući resursi. Profesionalne vatrogasne jedinice, iako hrabre i posvećene svom poslu, rade s ograničenim sredstvima i podrškom. Civilna zaštita, volonteri i pripadnici dobrovoljnih vatrogasnih društava kojih je u Hercegovini mnogo, često popunjavanju praznine koje sistem ne pokriva, ali takav pristup nije održiv na duži rok. Glavni problemi obuhvaćaju manjak koordinacije, nedostatnu edukaciju građana i slabu institucionalnu povezanost.

Sve to ističe urgentnu potrebu za promjenama na bolje i strateškim pristupom koji će uključiti sve nivoe vlasti i društva.

LITERATURA

1. Elridge, M. 2022. Burning Cycles: Wildfires and the Climate Feedback Loop. Oslo: Atmosphere & Earth Press.
2. Mercer, A. T. 2019. Flames and Finances: The Economic Cost of Wildfire Disasters. Denver: Redwood Economic Institute.
3. Mora, H. 2021. Fire's Silent Aftermath: Public Health in the Wake of Wildfires. San Francisco: Earthline Press.
4. Pyne, S., 2001. Fire: A Brief History. Seattle: University of Washington Press
5. Voss, L. 2020. Ashes of Balance: Ecological Consequences of Wildfires. Vancouver: TerraVerde Publishing.

EKOLOŠKI KRIMINAL

ENVIRONMENTAL CRIME

Stručni rad / Professional paper

Prof. dr. sci. Zenaid Đelmo, Redovni profesor*

Faris Osmanović, student*

Sažetak

Rad se bavi pitanjem ekološkog kriminala i njegovim pravnim i društveno-političkim aspektima. Iako je primarno pravne prirode, problem ekološkog kriminala često se razmatra i kroz teorijske, retoričke i praktične dimenzije koje ukazuju na značajne razlike između zakonskih regulacija i stvarne primjene. Ugrožavanje životne sredine sve je češće posljedica ljudskih aktivnosti koje izlaze iz okvira postojećih pravnih normi, bilo upravno-pravnih, krivično-pravnih ili građanskopravnih. Autor ističe važnost pravnih okvira u zaštiti prirode, kako na nacionalnom, tako i na međunarodnom nivou, kroz djelovanje organizacija poput Ujedinjenih naroda i Evropske unije. Poseban fokus stavlja se na potrebu za sistematizacijom, standardizacijom i profesionalizacijom prava, kako bi se osigurala efikasna zaštita univerzalnih društvenih vrijednosti, uključujući pravo čovjeka na zdravu životnu sredinu.

***Ključne riječi**: ekološki kriminal, pravni okvir, zaštita okoliša, međunarodna saradnja*

Abstract

This paper addresses the issue of environmental crime, examining not only its legal aspects but also its significant social and political dimensions. While rooted in legal discourse, the problem is frequently discussed rhetorically, highlighting the gap between theoretical regulations and practical implementation. Environmental harm is increasingly caused by human actions that deviate from administrative, criminal, and civil legal norms. The author emphasizes the importance of legal frameworks in protecting nature, both nationally and internationally, through institutions such as the United Nations and the European

* Visoka škola „CEPS – Centar za poslovne studije“ Kiseljak, mail: zenaid.djelmo@ceps.edu.ba

* Visoka škola „CEPS – Centar za poslovne studije“ Kiseljak, mail: osmanovicfaris07@gmail.com

Union. The paper underscores the need for systematic, standardized, and professionalized legal approaches to ensure the protection of universal societal values, including the fundamental human right to a healthy environment.

***Keywords**: environmental crime, legal framework, environmental protection, international cooperation*

1. UVOD

Pitanje iz naslova ovoga rada nije samo pravne naravi, nego je i veoma važno društveno i političko pitanje koje se često postavlja u okviru teorije međunarodnog, ali i unutrašnjeg prava. Međutim, ovo pitanje se još češće javlja u čisto retoričkoj formi, radi dihotomije između teorijske rasprave i prakse koja veoma često odstupa od propisanih regulacija. Ipak, ovo pitanje ima poseban značaj i zbog toga, što se ono postavlja iz praktičnih razloga imajući u vidu da ono može imati nesagledive posljedice, kako po ljude i narode, tako i po državu. Polažeći od opće prihvatljivih naučno - teorijskih i doktrinarnih stajališta po kojima je pravo sistem pravnih normi čije je logičko značenje, da uredi odnose u društvu/državi korištenjem prinude, kada ponašanja odstupaju od onih zahtjevanih u vremenu i prostoru. Stoga, nesporno je, da pravnim normama u svim oblastima života i rada, uspostavljamo pravila ponašanja koja u slučajevima nepoštivanja država sankcionira. Ugrožavanje najvećih vrijednosti ljudskog društva, prije svega ugrožavanje ljudskih života, pored prirodnih pojava u vidu elementarnih nepogoda i katastrofa, ratova, najveća opasnost po čovjeka, upravo dolazi od čovjeka čija ponašanja izlaze iz upravnopravnih, krivičnopravnih, odnosno, građanskopravnih normi u okviru pravnih poredaka. Danas, bez izuzetka, pravni poretci savremenih i razvijenih demokratskih država posebnu i veoma značajnu pažnju posvećuju ekologiji kao sveobuhvatnoj zaštiti životne sredine od svih oblika ugrožavanja , što ne bi bilo moguće bez pravnih pravila kojima se uređuju odnosi između čovjeka i prirode, odnosno pravila kojima se regulira zaštita prirode od svih oblika ugrožavanja. U tome smislu ekološke norme generiraju životnu sredinu kako u okviru unutrašnjeg, tako i u okvirima međunarodnog prava u okviru aktivnosti Ujedinjenih naroda, Vijeća Evrope, organa i institucija Evropske unije i dr.
Tehnološki razvoj nauke u svim oblastima u kojima se veoma često racionalizacija prava ostvaruje u profesionalizaciji svih organa i institucija u pozitivizaciji svijesti u oblikovanju općih principa na zaštiti prirode, iz kojih bi morale proizlaziti pojedinačne norme logičnom dedukcijom; u sistematizaciji prava, njegovoj standardizaciji i procesualizaciji, što je odraz pretvaranja prava

u sistem koji štiti univerzalne vrijednosti društva. Praktičnu primjenu određenih temeljnih pravila koja su ne odstupaju od morala i uvjerenja, kao sistema vrijednosti koje su nužne za integritet svakog čovjeka, ali i prosperitet države kao političke zajednice građana na određenom teritoriju.

2. EKOLOŠKI KRIMINAL

2.1. Krivično pravni aspekti zaštite okoliša

Kriminal kao negativna društvena pojava i ekološki kriminal. kao oblik ugrožavanja prirode koja je izvorno stanište čovjeka, podrazumijeva cijeli spektar protiv pravnih ponašanja koja svoj naučno-teorijsko pristup istraživanju pronalaze u krivično-pravnim, kriminološkim, sociološkim, kriminalističkim, penoloških i drugim doktrinarnim i studijskim stavovima koji su funkcionalno objedinjeni općim nastojanjima društva za njegovo spriječavanje.

Imajući u vidu, da krivično pravo predstavlja sistem pravnih normi kojima se određuju krivična djela, kao i krivične sankcije prema njegovima učiniocima, norme ekološkog karaktera imaju cilj da suzbijaju protivpravne radnje svih subjekata na području zaštite okoliša. Ekološki kriminal doživljava svoju ekspanziju i ugrožava životnu sredinu kroz ponašanja koja inkriminiraju krivična djela protiv životne sredine.[1]

Krivično-pravna zaštita okoliša zasnovana je na tzv. „biocentričkoj koncepciji“ koja ekološki kriminal determinira kao opće-pravno zaštićeno dobro kojim se zabranjuje svako ljudsko ponašanje, bilo činjenjem ili nečinjenjem svim članovima zajednice koje je suprotno ustanovljenim normama. Za krivično pravnu zaštitu od ekološkog kriminala, potpuno je nebitno, da li je suzbijanje kažnjivih ponašanja protiv okoliša odraz dualističkih ili monističkih stajališta, nego je isključivo važno, da kažnjiva ponašanja protiv okoliša ostvare svoju osnovnu zadaću koja nije partikularno izračena.

[1] „Dodirna tačka ekološkog i kaznenog prava nalazi se u činjenici da se vrednostima ekosa normama kaznenog prava pruža zaštita – inkriminiše se i sank cioniše ono ponašanje koje je suprotno materijalnim odredbama ekološkog karaktera. Ove se norme prema tome pojavljuju kao materijalno-pravni osnov formiranju sve tri vrste inkriminacija: krivičnih dela, privrednih prestupa i pre kršaja, namenjenih zaštiti vrednosti ekosa, ali, razume se, time istovremeno, naj većim brojem ovih normi, i zdravlja, telesnog integriteta, te života čoveka.“(Vladan Joldžić, O elementima neophodnim za uspostavljanje ekološkog prava kao samostalne pravne discipline pravne nauke, u Dragoljub Kavran, Gordana Petković, „Pravo i životna sredina“, Beo grad, 1997, str. 97.)

Ekološki Kriminal kao sama pojava, prisutna je u cijelom svijetu na različite načine i kroz različite oblike, to podrazumijeva: vodu, zrak, zemljište, šume i svu prirodu. Krivičnog pravo uspostavlja princip subjektivne odgovornosti, svakog čovjeka i pravne osobe kao subjekata i nosilaca prava i odgovornosti, te država kao subjekata međunarodnog prava po pitanju zaštite životne sredine. Mnoge zabrane koje propisuju krivično pravo i koje su praćene krivičnopravnim sankcijama spriječavaju svako ponašanje koje je suprotno materijalnim normama ekološkog karaktera. „Prema tome, norme krivičnog prava ekološkog karaktera imaju za cilj da krivično-pravnim sankcijama suzbijaju protivpravne radnje pravnih subjekata na području ekološkog prava.“ Krivična djela protiv životne sredine su mnogobrojna i međusobno veoma različita i mogu se griupisati u kategorije koje obuhvatajuu tzv. „Opšta krivična dela protiv životne sredine“, kao što su zagađenje životne sredine, nepreduzimanje djelotvornih mjera zaštite životne sredine, protivpravna izgradnja i stavljanje u pogon postrojenja koja zagađuju životnu sredinu, ilegalna eksploatacija prirodnih rudnih bogatstava, izgradnja ilegalnih kamenoloma, eksploatacija nadzemnih prirodnih resursa, ilegalne deponije, oštećenje objekata i uređaja za zaštitu životne sredine, oštećenje životne sredine, uništenje, oštećenje i iznošenje u inostranstvo prirodnog dobra, povreda prava na informisanje o stanju životne sredine. Također i tzv. „Posebna krivična djela“, kao što su ona u vezi sa opasnim materijama, unošenje opasnih materija, nedozvoljeno prerađivanje, odlaganje i skladištenje opasnih materija, nedozvoljena izgradnja nuklearnih postrojenja, ubijanje i mučenje životinja, prenošenje zaraznih bolesti životinjama i biljkama, nesavjesno pružanje veterinarske pomoći, proizvodnja štetnih sredstava za lečenje životinja, zagađivanje hrane i vode za ishranu, odnosno napajanje životinja, pustošenje šuma, šumske krađe, nezakoniti lov itd.

Sva navedena krivična djela ekološkog kriminala uvijek iza sebe imaju neki određeni skriveni motiv, bio da se radi o izbjegavanju plaćanja određenih diskalnih i tzv. „parafiskalnih“ taksi, doprinosa i poreza ili su u pitanju neki ideološki motivi. Naravno, u nekim rijeđim slučajevima radi se o neosviještenosti ljudi u vezi sa značajem zaštite i očuvanje prirode i okoliša.

3. IDEOLOŠKI KARAKTER EKOLOGIJE

Kroz historiju i razvoj određenih kriminalnih i terorističkih grupacija, ekološke katastrofe i napadi usmjereni tim putem su se pokazali kao jako opasno oružije, jače od bilo koje nuklearne naprave za samouništenje. Sve oko nas i pod nama potiče od prirode bez koje svijet ne bi opstao i ne bi bilo moguće funkcionirati?

Mnoga carstva u srednjem vijeku su se raspala zbog ekoloških katastrofa, koje za sobom vuku bolesti, i oštećenje svih resursa, jer nisu uspjela afirmirati vrijednosti koje su dobro za čovjeka i društvo, nego su nametanjem dogmatskih i anahroinih stajališta stvarali ideologiju kojom su jačali vlast, zanemarujući sve ono, što je ponajprije, dobro za čovjeka i narod. Ideološki pristup zaštiti čovjekove sredine koji čovjeku oduzima priliku da bude aktivni kreator moći koja štiti društvo,a ne otuđen pasivni sljedbenik ideja vlastodržaca koji ugrožavaju njegovo prirodno stanište, čime se, u stvari takvo društvo štititi od njega samoga, zanemarujući, da štiteći prirodu i okoliš, čovjek štiti sam sebe.[2]

Ekološki kriminal u osnovi je oblik protiv pravnog djelovanja koji ima sva obilježja krađe kojom se otuđuje budućnosti čovjeka. Kada se u ekološkom kriminalu umreže pojedinci, institucije, a često i organizacije međunarodnih režima nedemokratskih država u jedan sistem koji čovječanstvu oduzima budućnost, tada je jedini način borbe moguć kroz djelovanje zdravih međunarodnih institrucija i civilnog društva. One su u mogućnosti spriječiti institucionaliziranie režime i otuđene sisteme da ugrožavaju perspektive ljudi bez obzira na boju kože, vjerska obilježja, nacionalnu pripadnost i dr. karakteristike čovjeka u društvu da stvaraju i nameće nove standarde i ponašanja koja u sonovu služe za jačanje ekonomske i institucionalne moći određenog establišmenta koji je sam sebi cilj. Ekološki kriminal je tako postao globalni problem sistema liberalnog kapitalizma i financijskog neokolonijalizma koji nastoji sve više slabiti ulogu države kao oblik političkog organiziranja građana, a jačati i osnažiti ulogu pojedinca, što je retrogadan proces u srednjevjekovno razdoblje.

4. PRAVNA PRIRODA EKOLOGIJE

Nastanak ekološkog prava uslovljen je rastući problemima ugrožavanja ljudskog zdravlja izazvanim nekontroliranim dinamičkim razvojam najrazvijenih država svijeta kroz bjesomučnu trku u tehnološko-tehničkim unapređenjima, trkom u naoružavanju, posebno u oblasti razvoja u napređenja nuklearnog naoružanja, kao i proizvodnjom ogromnog broja i vrsta raznih hemijiskih i bioloških supstanci čije gomilanje uzrokuje stalnu potrebu za odlaganjem otpada. Ovakav pristup razvoju društva doveo je svijet na ivicu ekološke katastrofe neviđenih razmjera, što je u zadnjih nekoliko decenija uvjetovalo drugačiji globalni pristup na planu ekološke zaštite ljudi, prije svega

[2] Slavoljub Popović, Osnovne karakteristike ekološkog prava, u Dragoljub Kavran, Gordana Petković, „Pravo i životna sredina“, Beograd, 1997, str. 78.

kroz institucionalni notrmativno pravni sistem uređivanja odnosa kako na unutrašnjem, tako i na međunarodnom planu. Na taj način nastalo je ekološko pravo kao samostalna pravna disciplina i grana pravne nauke koja počiva na međunarodnim pravnim izvorima prava koje je međunarodna zajednica na međunarodnim konferencijama prihvatila u brojnim konvencijama iz oblasti životne sredine.

Nesumnjivo, najveći značaj imalo je usvajanje „Štokholmske deklaracije“ Ujedinjenih naroda o čovjekovoj sredini iz 1972. godine, kao i tzv. „Rio deklaracija o životnoj sredini i razvoju“ iz 1992. godine kojima su izraženi temeljni principi izraz prin cipa zaštite životne sredine koji su prihvaćeni na međunarodnom planu i nakon toga svoju potvrdu u provedbi dobili su u nacionaslnim zakonodavstvima sežava kao subjekata međunarodnog prava.[3]

Ekološko pravo (eng. environmental law), kao prilično mlada pravna disciplina nema neku svoju definiciju koja je opće prihvaćena u domaćoj i stranoj pravnoj literatur, kao i u pozitivnom pravu Bosne i Hercegovine. prije bi se moglo reći, da definiranje ekološkog prava počiva na univerzalnim principima prava, kao skupa pravnih normi kojima se uređuje životna sredina. Jedna od specifičnosti ove grane prava sadržana je u činjenici, da ekološko pravo nije ograničeno kako u vremenu, tako i u prostoru iz razloga što njegove norme nisu partikularne, zbog čega je dualističko stajalište ostrvarilo šrimat u odnosu na monističko koje je potpuno marginalizirano. Ukoliko i postoje neka odstupanja, kao što je npr. upotreba fosilnih goriva, ona su determinirana prelaznim periodom prelaska na obnnovljive izvore energije. Dakle, nesporno je, da ekološka zaštita nema nacionalni predznak u čemu najveće zasluge ima razvoj međunarodnog prava kako onoga u Ujedinjenim narodima, tako i kroz komunitarno pravo Europske unije.

4.1. Pravne norme međunarodnog ekološkog prava

Brojnost i kvalitet pravnih normi međunarodnog prava u području zaštite okoliša neprekidno se povećavaju i sve više postaju pravniu principi kojima se mijenja ekološka svijest stanovnika kako u najrazvijenijim, tako i u najzaostalijim zemljama. Ipak, kao još jedna specifičnost ekološkog prava u

[3] „Dakle, godina 1972. treba se smatrati početkom suvremene zaštite okoliša i od tada sve do današnjih dana ona se razvija progresivnom brzinom. Ipak, nikada se ne smije zaboraviti da je i ranije postojala djelomična zaštita okoliša kroz pojedine propise u svijetu ali i u Hrvatskoj. Ona se sprovodila kroz npr. građanske zakone u segmentu imisija, susjedskih odnosa, ali i propisima upravnoga prava kao npr. kroz zakone o vodama itd. Iste 1972. godine je održana i Stocholmska konferencija o čovjekovom okolišu, te je osnovan UNEP – Agencija UN za zaštitu okoliša“.(Dragoljub Kavran, Gordana Petković, „Pravo i životna sredina“, Beograd, 1997, str. 20–21.).

okvirima nacionalnih zakonodavstava i pozitivnog prava u pravnom poretku Bosne i Hercegovine, svakako je njegovo situiranje u granu upravnog prava kojima se većinom reguliraju nadležnosti organa i institucija u pogledu zaštite i ostvarivanja ekološke zaštite, kao i izvršavanja obaveza na planu zaštite javnog interesa i zaštite prava građana. Također, nesporno je, da ekološko pravo spada u tzv. posebno upravno pravo, što znači da norme materijalnog prava kojima su uređena pitanja koja se odnose na nadležnost u pogledu prava i obaveza, kao i norme procesnog (postupovnog) karaktera kojima su uređene procedure i način rada organa u odnosu na subjekte kao nosioce prava i obaveza na zaštiti okoliša, također proizilaze iz normi posebnog upravnog prava. Naravno, primjenom pravila „lex specialis derogat legi generalis“, za sve što nije propisano normamaq ekološkog prava primjenit će se pravila propisana zakonom o opeće upravnom postupku. Prema normativnom (formalnopravnom) shvaćanju, jedinstveni pravni sistem ekološkog pravo kao pravnog područja u stalnoj je ekspanziji, pri čemu se njegovom oblikovanju ističu tri bitna zahtjeva: „1) kreiranje novih normativnih koncepata regulacije okoliša, 2) stvaranje i razvitak originalnih pravnih postupaka, 3) davanje legitimacije novim subjektima (akterima) u odgovarajućim pravnim odnosima“. [4]

Još jedna specifičnost ekološkog prava jeste u tome što je sistem regulacije zasnovan na posebnim principimaa za tu granu prava, po kojima bi se ona, prema svojstvenom cilju zaštite, razlikovala od drugih grana prava. Moramo imati u vidu, da se kao objekat zaštite ekološkog prava javljaju prirodne vrijednosti, kao što su zrak, voda, rijeke, jezera, more, zemljište, kao i oni objekti koje je čovjek stv orio svojim radom, fabrike, putevi, željeznice, aerodromi, gradovi itd.

Principi ekološkog prava mogu se izvesti iz postojećeg prava i iz pravne teorije, kao i dostignuća i razvoja pravne doktrine i prakse na planu zaštite okoliša. Razvojem evropskog komunitarnog prava, odnosno sistema za društvenu regulaciju kao specifičnog oblika grane upravnog prava razvijala se ekološka politika Evropske unije koja je zasnovana na velikom broju principa. Međutim, od posebnog značaja su sledeći principi: a) održivi razvoj, b) reciklaža i ponovna upotreba, c) zagađivač plaća, d) javnost podataka (učešće javnosti, pravo na slobodan pristup informacijama).[5] Međutim, kao i u svakom drugom području prava, tako i u ekološkom pravu moraju vladati opći principi prava,

[4] Galić, B. i Žažar, Kur., Razvoj i okoliš – perspektive održivosti, zbornik radova, PF press, Zagreb, 2013., str.52.

[5] Prof. dr Stevan Lilić i Doc. dr Mirjana Drenovak-Ivanovič, Ekološko pravo-Drugo, ažurirano izdanje, Pravni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2014., str. 39.

kao što su princip zakonitosti, odgovornosti na osnovu krivice ili greške, ekonomičnosti, humanosti, pravde i pravičnosti i dr.. Ovi principi postoje i u drugim granama prava, kao u ustavnom, upravnom, krivičnom, građanskom pravu, a sve u cilju pravne zaštite životne sredine. „Prema izvješću nevladine organizacije za zaštitu okoliša Eartjustice iz 2008. g., odredbe koje se odnose zaštitu okoliša ili prirodnih resursa sadrži 119 ustava na svijetu (po drugima čak 130 do 140 ustava sadrže ekološke norme)“.[6]

Polazeći od činjenice, da je ustav temeljni i najviši pravni akt svake demokratske savremene države, sasvim je prirodno da ustavna zaštita prava građana na zdravu životnu sredinu proizilazi iz najjačeg oblika pravne zaštite u okviru države. Svi zakoni i drugi propisi moraju biti u suglasnosti s ustavom, u protivnom njihovi donosioci snose rizik da će biti stavljeni izvan snage od od strane ustavnog suda kao temeljnog kontrolnog organa kojega, ne bez razloga, nazivaju čuvarem države.

5. KRIVIČNO PRAVNI INSTRUMENTI ZAŠTITE ZDRAVE ŽIVOTNE SREDINE

Krivično pravo i prekršajno pravo imaju zadatak da normiraju ponašanja građana i pravnih osoba u pogledu zaštite životne sredine, odnosno, da sankcionirasju protivpravne oblike djelovanja u kojima su sadržana bitna obilježja bića ekoloških krivičnih djela. Krivično pravo kao sistem pravnih pravila kojima se određuju krivična dela i njihovi učinioci, kao i krivične sankcije prema učiniocima ekoloških krivičnih djela. Norme krivičnog prava ekološkog karaktera imaju cilj da krivičnopravnim sankcijama suzbijaju protivpravne radnje svih pravnih subjekata u skladu sa normama koje daju materijalno pravni osnov inkriminiranja krivičnih djela protiv životne sredine. „Dodirna tačka ekološkog i kaznenog prava nalazi se u činjenici da se vrednostima ekosa normama kaznenog prava pruža zaštita – inkriminiše se i sankcioniše ono ponašanje koje je suprotno materijalnim odredbama ekološkog karaktera. Ove se norme prema tome pojavljuju kao materijalno-pravni osnov formiranju sve tri vrste inkriminacija: krivičnih djela, privrednih prestupa i prekršaja, namenjenih zaštiti vrednosti ekosa, ali, razumije se, time istovremeno, najvećim brojem ovih normi, i zdravlja, tjelesnog integriteta, te života čovjeka“.[7]

[6] O. Lončarić-Horvat, L. Cvitanovića, I. Glihe, T. Josipović, D. Medvedovića, J. Omejec i M. Seršić, Pravo okoliša, treće izdanje, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja i Organizator, Zagreb, 2003., str. 38.).

[7] Dragan Jovašević, Zaštita životne sredine, Beograd, 2005, str. 34.

6. POZITIVNO-PRAVNA KRIVIČNO-PRAVNA ZAŠTITA OKOLIŠA

Polazeći od činjenice, da je Anex IV Dejtonskog Sporazuma za mir u Bosni Hercegovini implicitno izvor upravnog, pa samim tim i ekološkog prava,[8] a da je Evropska konvencija za zaštitu ljudskih prava i osnovnih sloboda,[9] sastavni dio Ustava Bosne i Hercegovine koja ima supremaciju i neposrednu primjenu nad svim drugim zakonima, pitanje krivično pravne zaštite od ekološkog kriminala pozitivno-pravno propisano je krivičnim zakonima u entitetima i Brčko Distriktu.

Prepuštajući entitetima normativno-pravno inkriminiranje ekoloških krivičnih djela Bosna i Hercegovina je svoju osnovu krivično-pravne zaštite temeljila na međunarodnim konvencijama i evropskim zakonima kao što su primarni izvori, odnosno, osnivački ugovori i opća načela, kao i sekundarnim pravnim pravilima komunitarnog prava kakve su uredbe, odluke, mišljenja i preporuke, ali i međunarodni sporazumi. Krivičnim zakonom Federacije Bosne i Hercegovine , („Službene novine FBiH“, broj: 36/2003, 21/2004 . ispr., 69/2004, 18/2005, 42/2010, 42/2011, 58/2014, 76/2014. 75/2027 i 31/2023), u Glavi XXVI – Glava dvadeset šesta – Krivična djela protiv okoliša, poljoprivrede i prirodnih dobara, propisano je dvadest krivičnih djela koja se eksplicitno četiri krivična djela odnose na okoliš (Onečišćenje okoliša, Ugrožavanje okoliša napravama, Ugrožavanje okoliša otpadom i Ugrožavanje okoliša bukom, dok su ostala implicitno vezana na ugrožavanje životne sredine. Slično je zaštita okoliša uređena Krivičnim zakonom Republike Srpske („S. glanik RS“, br. 64/2017, 104/2018 – odluka US 15/2021, 89/2021, 73/2023, „Sl. glasnik BiH“, br. 9/2024 – odluka US BiH, „Sl. glasnik RS“, br. 105/2024 – odluka US 19/2025, „Sl. glasnik BiH, br. 14/2025 – odluka US BiH i „Sl. glasnik RS“), u Glavi XXIX – Krivična djela protiv životne sredine koja sadrži dvadeset četiri odredbe, od kojih je šest nesposredno vezano za zaštitu životne sredine (Zagađivanje životne sredine, Zagađivanje životne sredine otpadnim materijama, Ugrožavanje životne sredine bukom ili nejonizirajućim zračenjem, Ugrožavanje životne sredine nepropisnim građenjem objekata i postrojenja, Oštećenje objekata i uređaja za zaštitu životne sredine i Uništenje ili oštećenje zaštićenih prirodnih vrijednosti ili dobara). Ostale norme iz Glave XXIX, vezane su posredno za zaštitu okoliša. Zaštita okoliša u Brčko Distriktu uređena je

[8] 1 Ustav Bosne i Hercegovine. Sarajevo. OHR, Office of the High Representative

[9] „Prava i slobode predviđeni u Evropskoj konvenciji za zaštitu ljudskih prava i osnovnih slo boda i u njenim protokolima se direktno primjenjuju u Bosni i Hercegovini. Ovi akti imaju prioritet nad svim ostalim zakonima“. (2. Međunarodni standardi - Član II Ljudska prava i osnovne slobode.).

Krivičnim zakonom Brko Distrikta („Sl. glasnik brčko distrikta“: br. 19/2024 – prečišćen tekst, 3/2024 i 14/2024) – XXVI Glava Dvadeset šesta – Mkrivična djela protiv okoliša, poljoprivrede i prirodnih dobara, sadrži osamnaest odredbe koje se direktno odnose na zaštitu životne sredine (Onečišćenje okoliša, Ugrožavanje okoliša napravama, Ugrožavanje okoliša otpadom, Ugrožavanje okoliša bukom).

Jedna od osnovnih krivično – pravnih i kriminoloških karakteristika ekoloških krivičnih djela sastoji se u tome, da su u pitanju protivpravna ponašanja čije posljedice su često veoma neodređene, ali su odredive. To zapravo znači, da se radi o krivičnim djelima koja neki pravni teoretičari krivičnog prava kolokvijalno nazivaju: „...krivičnim djelima bez žrtve, odnosno djelima kod kojih je žrtva apstraktna, tj. prema standardnom obrascu rezoniranja, nema direktno pogođene osobe posljedicama izvršenje kazkrivičnog djela, nego posljedica nastupa naknadno. Odložno dejstvo protivpravnih radnji činjenja ili nečinjenja ima za posljedicu obim i širinu ugrožavanja zaštićenog dobra koje nisu odmah i u cijelosti vidljive, a još češće pripisuju se samo slučaju. Dakle, ugrožavanje životne sredine ostvaruje se nevidljivo, jedva primjetljivo uz izražene sumnje, da će doći do negativnih posljedica, ali kontinuirano, dok relevantni društveni faktori kontrole ne reagiraju na vrijeme ili uopće ne reagiraju. Uzmimo primjer zagaženje rijeke ispuštanjem nekih nepoznatih supstanci čija boja upućuje da dolazi iz fabričkih postrojenja, a za koje se u momentu primjećivanja uopće ne zna, da li će ugroziti floru i faunu.

Obično, niko ne pridaje preveliku pažnju nastaloj sistuaciji, osim aktivista. Ekologa koji pozivaju na javnost i traže istragu, uzimaju uzorke mi traže odgovornost od uzročnika. Stoga se, za okoliš smatra, da može apsorbirati gotovo neograničene količine onečišćenja, ili se o tome uopće i ne razmišlja, a u pojedinim slučajevima izostanak elementarne etike i krajnja ljudska sebičnost imaju kao posljedicu toleriranje i najgrubljih prekršaja. To su samo neki od razloga zašto je kod kaznenih djela protiv okoliša visoka tzv. tamna brojka kriminaliteta. Kazneno pravo dio je politike suzbijanja kažnjivih ponašanja, politike suzbijanja kriminaliteta ili tzv. antikriminalna politika“.[10]

Krivično-pravnu zaštitu okoliša moramo posmatrati kao krajnje sredstvo zaštite zdravlja stanovništva, ali i životinja, kao i biljaka kroz djelovanja koja podrazumijevaju preventivni, korektivni i represivni oblik postupanja. Kako bi se postigli najbolji rezultati na zaštiti životne sredine, pored policijuskih, inspekcijskih i pravosudnih organa, neophodno je učešće cjelokupnog stanovništva u radu obrazovnih institucija, medija, nevladinih organizacija, kao

[10] Carter Neil, Strategije zaštite okoliša – ideje, aktivizam, djelovanje, Barbat, Zagreb, 2004., str. 80.

i drugih subjekata koje će, osim pravnim i vanpravnim sredstvima, djelovati na planu zaštite i očuvanja životne sredine.
Suzbijanja kažnjivih ponašanja, dakle i u području zaštite okoliša, u prvom redu obuhvaća njezin normativni dio, uključujući zakonodavnu, sudbenu i izvršnu razinu. Svrha kažnjavanja da se, uvažavajući opću svrhu krivično-pravnih sankcija, izrazi društvena osuda počinjenog krivičnog djela, utječe na počinitelja da ubuduće ne čini kaznena djela, utječe na sve ostale da ne čine kaznena djela i da se primjenom propisanih kazni utiče na svijest građana o pogibeljnosti krivičnih djela i pravednosti kažnjavanja njihovih počinitelja. Bosanskohercegovačka krivično-pravna doktrina, ali i sudska praksa, time nedvojbeno afirmira primjenu sankcija s izraženim preventivnim učinkom, a posebno kroz primjenu tzv. „disjunktivnih, odnosno alternativnih“ krivično-pravnih sankcija, kao što su mjere upozorenja ili institucija zamjene kazne zatvora ili novčane kazne radom za opće dobro na slobodi. Sama bi primjena tih sankcija bila poželjna kada se one izriču odnosno primjenjuju za krivična djela protiv okoliša, uključivo posebne obaveze i institucionalizirani nadzor u postupku njihova izvršenja. Kada je riječ o ovim krivičnim djelima, individualizacija, primjenom općih pravila o izboru vrste i mjere kazne i drugih krivično-pravnih sankcija, valjala bi biti inspirirana elementom restitucije, naknade štete i aktivnog utjecaja na počinitelja da ubuduće poštuje pravni sustav i njime zaštićena pravna dobra, dakle okoliš u najširem smislu. U tom smislu, alternativna sankcija rada za opće dobro na slobodi, uz pristanak osuđenika, pruža najviše mogućnosti. Ipak, naglasak djelovanja antikriminalne politike može jedino biti na nerepresivnom segmentu odnosno različitim mjerama planirane

7. EKOLOŠKI SEKTOR I KORUPCIJA

Pravna i politička sigurnost ekologije tiče se održavanja lokalne i planetarne biosfere kao esencijalnog nosivog sistema na kojem se temelje i o kojem ovise sve druge ljudske aktivnosti. ''Održivost bi mogla biti ekološka ekvivalencija državnom suverenitetu i nacionalnom identitetu: to je esencijalni konstitutivni princip koji se mora zaštititi''. Ekološka sigurnost ima najkraću period proučavanja, pa se stoga mnogi autori suzdržavaju od predviđanja kakve sve probleme nosi postojeći sistemi zaštite prirode, na globalnom nivou od sve bržeg globalnog zagrijavanja zemljine kore, što uslovljava veoma brzo otopljavanje glečera na Sjevernom polu. To, zapravo znači, da sigurnosne prijetnje u ekološkom sektoru mogu uključivati poremećaje u ravnoteži različitih ekosistema, različite energetske, populacijske i ekonomske

probleme, zatim probleme sa proizvodnjom hrane, nedostatke vode za piće itd. Svi navedeni referentni objekti u ekološkom sektoru su vezani za ekologiju i sami po sebi su izazov za čovječanstvo, ali su, istovremeno rizični faktor za kriminalno-posljedične aktivnosti koje se vezuju za korupciju kao pošast koja je prisutna kako u zemljama liberalnog kapitalizma, tako i u postsocijalističkim državama i, naročito zemljama u tranziciji kakva je Bosna i Herc egovina. Koruptivni ciljevu ne biraju sredstva i u stanju su potkopati mnoge različite oblike nastojanja u borbi za očuvanje okoliša, kroz preusmjeravanje resursa, zbog čega se mogu smanjiti sredstva namijenjena za različite ekološke svrhe. na taj način ugražavaju se i potkopavaju institucije i organizacije koje se bave ekologijom. Osim toga, korumpirani javni službenici mogu na različite načine 'progledati kroz prste' kompanijama s kojima su u koruptivnom odnosu te im odobriti razne dozvole koje inače ne bi prošle propisane ekološke regulative. zaključuje da korupcija ''pridonosi bezobzirnom uništavanju prirodnih bogatstava''. Ilustracije radi, za eksplotaciju podzemnih i nadzemnih prirrodnih bogatstava (kamena, uglja, pijeska i dr.), obično se „zauzme“ pogodan rejon za eksploataciju, nakon čega se ishoduje urbanistička saglasnost i dobije istraživačko pravo. Nakon toga, ne vrše se nikakva istraživanja ni ulaganja, nego se godinama vrši ekspoloatacija u komercijalne svrhe. Tako nastaju divlje deponije, devastira se i uništava šuma, uništavaju postojeći putevi, izaziva se erozija što u konačnici dovodi do katastrofa u vidu poplava u kojima stradaju ljudi i velika materijalna dobra.

Pored percepcije o korupciji koja ostavlja „pustoš“ na svim nivoima političko-teritorijalnog organiziranja, ona ostavlja veoma negativne posljedice u međunarodnim odnosima, pogotovo u vezi ekonomskog razvoja, odssustva stranih ulaganja, nedostaka investicija, nezaposlenosti, kao i slabljenju ugleda države u međunarodnoj zajednic. Na primjer, ako strane kompanije ne žele investirati u poslove u određenoj državi zato što ju se generalno percipira kao korumpiranu, to će se negativno odraziti na ekonomske prilike u toj državi. Takvoj je državi u interesu donositi antikorupcijske mjere i boriti se protiv korupcije (između ostalog, i zato da promijeni sliku o sebi kod drugih, odnosno da promijeni vlastiti karakter time što će postati država u kojoj se korupcija ne tolerira i zbog toga, posljedično, privlačna stranim investitorima).

8. EKOLOŠKI KRIMINAL U FUNKCIJI TERORIZMA I ORGANIZIRANOG KRIMINALA

8.1. Organizirani oblici terorističkih aktivnosti

Naučno-tehnološki razvoj u svijetu posljednjih nekoliko decenija, posebno razvoj u proizvodnji najsavremeniojeg naoružanja istovremeno je uveliko uticao i na narastući uticaj savremenih oblika kriminala i terorizma na globalnom nivou koji, posebno u trgovini oružjem, drogom, trgovinom ljudima čime su dređene terorističke grupacije u svijetu postale respektabilne „grupe za pritisak“ koje se sve više inkorporiraju u politički establišment koji postaje prateći faktor moći političkih organizacija i njihovih lidera. Na taj način ovi otuđeni centri moći postaju mnogo moćnija, efikasnija i opasnija snaga i od samog najsavremenijeg koje im uopće ne nedostaje, imasjući u vidu nuklearno oružje i druge vrste razornog oružja. Sve ovo utiče na čovjekovu sredinu koja se ionako enormno zagađuje, pa zagađivanje terorizmom i organiziranim kriminalom dodatno zvoni na uzbunu. Ekološki napadi su nešto jako opasno iz razloga što je to osmišljeno na način da ubija sporo ali sigurno sa 100% uspješnosti.

Mete terorističkih organizacija su:

- voda (rijeke, mora , jezera) kao i pitka voda u koju se ubace određene supstance koje izazivaju teške zdravstvene probleme i rezultiraju smrti ili u manjim slučajevima preživjele sa teškim doživotnim posljedicama

-šume kao „pluća“ jedne zemlje i zaštita od negativnih čestica u zraku su se također pokazale kao idealna meta kod širenja razornih požara koji ostavljaju katastrofalne posljedice po prirodu, zrak i opasnost po lokalno stanovništvo

-infrastruktura kao obilježje velikih gradova također jedna od glavnih meta u srcu jednog velikog grada, napadi na takve objekte uzrokuju puštanjem raznih oblika plinova i gasova kao i širenje velikih oblaka prašine i otrovnih čestica, kao i opasnost po veliki broj ljudi koji se nalazi u neposrednoj blizini

zrak- puštanjem određenih laboratorijiski pripravljenih reagensa i virusa sa ciljem trovanja i širenju zaraznih bolesti među stanovništvom

U nekim riječim slučajevima u praksi, kada se radi o određenim manjim metama. To može biti urađeno kroz trovanje određenih prehrambenih proizvoda ili životinja koje će se koristiti kao sredstvo za pravljenje tih proizvoda koji su u startu prije proizvodnje kontaminirani. Najzorniji primjeri su brojni, imajući u vidu kakvom terorizmu svjedočimo od agresije na Bosnu i Hercegovinu, čini se da je 2001. godina prelomna tačka u borbi protiv terorizma, odnosno, najteža godina koja je promjenila cijeli tok historije koja se

prije tih strahovitih i tužnih dešavanja nije shvatala dovoljno ozbiljno. Podsjećanja radi, 11 Septembra 2001 godine desili su se zastrašujući napadi na Sjedinjene Američke Države koji su imali za posljedicu 2.977 poginulih civila i više hiljada povrijeđenih osoba uz enormnu materijalnu štetu. Uz to su posljedice po zdravlje ljudi od udisanja otrovnih čestica, također, dovele do gubitka mnogih života, što je bila potvrda jednog od najtužnijih dana koji će ostati zapamćen kao početak borbe protiv terorizma u svijetu.[11]
Postojale su razne teorije o tom napadu i njegovom odgovornom licu.

8.2. Organizirani kriminal u poveznici sa ekološkim kriminalom

Organizirani kriminal kao poveznica sa ekološkim kriminalom jako je važna i česta pojava, imajući u vidu, da mnoge države u svijetu surađuju sa organiziranim kriminalnim grupacijama u cilju nezakonitog djelovanja koje ima za posljedicu globalno ugrožavanje čovječanstva. Ekološki kriminal sve više i sve ozbiljnije preuzima vodeće mjesto kao najsavremeniji oblik neoagresije. On se manifestira na razne načine. kao što je: odlaganje nuklearnog otpada u blizini granice susjedne države kakav je, npr., slučaj sa Trgovskom gorom u Hrvatskoj, zatim nuklearne probe u vodama Južnog pacifika, enormno uništavanje šuma u dolini rijeke Amazon u Brazilu, otapanje lednika na Grenlandu, pandemija zaraze izazvane koronom i dr. Međunarodne konvencije se sve manje poštuju, pa se događa, da država usljed odlaganja otrovnog ili čak zaraznog otpada, uopće ne obavijesti druge države koje se mogu naći ugrožene u slučaju gubljenja kontrole nad širenjem tog otpada. Ne tako davno, u svijetu su se događale velike nuklearne katastrofe iz nuklearnih postrojenja, kao rezultat nesmotrenog i nepažljivog rada u takvim sektorima, čiji raspad može ugroziti pola jednog kontinenta, kao što je eksplozija u nuklearnoj elektrani u Černobilu i sl. Ekološke katastrofe na vodi, to jeste katastrofe na moru, jezeru ili rijekama. Kriminalne organizacije često u saradnji sa korumpiranim vladama, znaju organizovati namjerni sudar brodova ili tankera punim gorivom ili naftom, nakon čega dolazi do pravih katastrofa u kojem strada cijela akvatorija i bogatstvo flore i faune. Takvi slučajevi ne zvuče razumno, ali na drugu

[11] Par nedjelja nakon 11 septembra 2001 godine desili su se napadi Antraksom-Bacillus anthracis, koji su ostali zabilježeni kao najveći biološki napadi u historiji SAD-a i kao takvi prijetili su velikoj ekološkoj katastrofi. Antraks je bio podmetnut u poštanska pisma i bio poslat na razne adrese uticajnih ljudi u SAD-u, to su bili senatori, novinari i razne medijiske kuće. Napad je na vrijeme zaustavljen i situacija je stavljena pod kontrolu sa minimalnim brojem žrtava.Pet mrtvih i 17 zaraženih antraksom je bio rezultat tog napada. Da nije zaustavljen na vrijeme, mogla je prijetiti puno veća katastrofa.(Op.a).

pomisao iza sebe kriju skriveni motiv i ciljeve iza koji stoje mnoge multinacionalne kompanije. Zamislimo samo koliko štete po prirodu mora se desi onog momenta kada pun tanker nafte iscuri u okean. Svi oni morski plodovi mora koji mi jedemo, budu zaraženi ili veliki broj riba ugine i rezultira nestašicom u svijetu. Postoje naravno skriveni motivi zbog kojih se to sve radi, počevši od onih da se blokira dovod nafte jednoj zemlji, kao alat političkog prepucavanja ili se radi o situaciji da su vlasnici nekih velikih kompanija zaratili između sebe te se na taj način utrkuju za prevlast naftom ili nekim drugim derivatima u svijetu. Kriminalne organizacije su tu samo izvršilac jednog glavnog skrivenog nalogodavca, bila to država ili neka kompanija. Čovječanstvo uopće „nije svjesno“ koliko je ekologija presudna za opstanak čovječanstva, da su se najmoćnija carstva raspala usljed ekoloških katastrofa, koje su rezultirale bolestima i širenju zaraze. Poznato je, da kriminalne organizacije često surađuju sa privatnim multinacionalnim kompanijama kao glavni alat za korumpiranje vlasti usljed gradnje nezakonitih objekata, za koje naravno nikad nije dobijena dozvola i to su protivpravno izgrađeni objekti, u samo jednom interesu a to je da se uzmu pare. Svima su nam dobro poznate epizode zagađenja zraka svake godine, i kao takvi Bosna i Hercegovina sa glavnim gradom Sarajevom je ubjedljivo na prvim pozicijama po svim parametrima kvalitete zraka.

9. ZAKLJUČAK

Izučavanja i praćenje određenih kriminalnih i terorističkih grupa, pokazala su da je to jedan veoma čvrst lanac koji iza sebe krije profit i zaradu a sa druge strane kod terorističkih organizacija krije ideološki motiv koji je velika prijetnja jednom demokratskom društvu. Korupcija kao glavni alat tih pripadnika, bez koje ne bi mogli sprovesti to što sprovode. Pored svih obavještajno sigurnosnih službi i ostalih nadležnih službi za prevenciju i istraživanje potencionalnog rizika, nije moguće sprovesti jednu masovnu katastrofu osim ako nemate „odriješene ruke“ ili ako se jednostavno desio veliki propust kod tih službi. Najbolja borba protiv svih negativnih pojava, bilo onih koji su rezultat kriminalnog djelovanja ili su nastali prirodnim nepogodama kao djelovanja „vis major“nesumnjiva je prevencija i redovno praćenje svih relevantnih pojava i okolnosti kao i sumnjivih ponašanja lica i rizičnih područja za određene vrste protipvparavnog djelovanja. Prema službenim izvorima, Bosna i Hercegovina je druga najkorumpiranija zemlja u Evropi. Onaj koji se kroz svoj život vodi novcem i nekim stvarima koje se zovu interes, taj nema nikakav motiv da bude nešto pozitivno u svom životu, vrlo lako može prenagliti na stranu kriminala i

naravno nema nikakav problem sa tim da slijepo gleda na to kako se ekološkim kriminalom uništava sve što nam je ova zemlja dala.
Relevantna činjenica je da smo kao društvo krenuli stranputicom , onog dana kada smo sve lične interese stavili ispred bilo kojeg drugog koji se veže za opće dobro planete zemlje kao i nacionalne sigurnosti i nacionalnog interesa. Baveći se istraživanjem u ovom radu nastojao sam dokazati, da nacionalna sigurnost u oblasti životne sredine predstavlja osviještenost o svojoj prirodnoj nastambi i na taj način uskladiti svoje ponašanje, do društvene reakcije na ugrožavanje okoliša koji može izazvati ozbiljne posljedice. Također, nastojao sam kritički iznijeti neka svoja promišljanja o o brojnim problemima na koje sam ukazao tokom istraživanja o zadanoj temi. Sve to što se dešava ljudi vide i znaju i čuju za to, ali jednostavno iz nekih razloga ne žele i nisu spremni da se suprotstave tome, iz razloga što su svjesni da iza toga stoji jedan dobro čvrst uvezan lanac svjetskih moćnika, koji ne bi baš mirno posmatrali tu situaciju iz razloga što im to stvara prijetnju. U ovom radu sam koristio relevantne izvore, a podatke i informacije u ovom radu naveo sam u popisu literature koju sam koristio.

LITERATURA

1. Ackerman, John M., Sandoval-Ballesteros, Irma E., The Global Explosion of Freedom of Information Laws, „Administrative Law Review“, Vol. 58, No. 1, 2006.
2. Čavoški, Aleksandra, Osnovi ekološkog prava Evropske Unije, Beograd, 2007.
3. Dragoljub Kavran, Gordana Petković, „Pravo i životna sredina“, Beo grad, 1997, str. 97.)
4. Slavoljub Popović, Osnovne karakteristike ekološkog prava, u Dragoljub Kavran, Gordana Petković, „Pravo i životna sredina“, Beograd, 1997.-
5. Galić, B. i Žažar, Kur., Razvoj i okoliš – perspektive održivosti, zbornik radova, PF press, Zagreb, 2013.,
6. Prof. dr Stevan Lilić i Doc. dr Mirjana Drenovak-Ivanovič, Ekološko pravo-Drugo, ažurirano izdanje, Pravni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2014.,
7. O. Lončarić-Horvat, L. Cvitanovića, I. Glihe, T. Josipović, D. Medvedovića, J. Omejec i M. Seršić, Pravo okoliša, treće izdanje, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja i Organizator, Zagreb, 2003.,
8. Ustav Bosne i Hercegovine. Sarajevo. OHR, Office of the High Representative,

9. Krivični zakon Federacije Bosne i Hercegovine , („Službene novine FBiH“, broj: 36/2003, 21/2004 . ispr., 69/2004, 18/2005, 42/2010, 42/2011, 58/2014, 76/2014. 75/2027 i 31/2023),
10. Krivični zakon Republike Srpske („S. glanik RS“, br. 64/2017, 104/2018 – odluka US 15/2021, 89/2021, 73/2023, „Sl. glasnik BiH“, br. 9/2024 – odluka US BiH, „Sl. glasnik RS“, br. 105/2024 – odluka US 19/2025, „Sl. glasnik BiH, br. 14/2025 – odluka US BiH i „Sl. glasnik RS“),
11. Krivičnim zakonom Brko Distrikta („Sl. glasnik brčko distrikta“: br. 19/2024 – prečišćen tekst, 3/2024 i 14/2024).-

PRIRODNE NEPOGODE, POTRESI, SIGURNOST, STABILNOST I ODRŽIVI RAZVOJ LOKALNIH ZAJEDNICA

NATURAL DISASTERS, EARTHQUAKES, SAFETY, STABILITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF LOCAL COMMUNITIES

Stručni rad / Professional paper

Pred. VŠ Akaid Saradak*

Ivan Kuran, student*

Sažetak

Prirodne nepogode, a osobito potresi, predstavljaju ozbiljnu prijetnju sigurnosti, stabilnosti i održivom razvoju lokalnih zajednica. U radu se analizira koncept otpornosti zajednice, s posebnim naglaskom na sposobnost lokalne samouprave da reagira na potres i ublaži njegove posljedice. Kroz teorijski pregled definira se pojam elementarnih nepogoda, razlaže se klasifikacija i obilježja potresa te se raspravlja o njihovim neposrednim i posrednim posljedicama. U okviru studije slučaja, detaljno je analiziran Plan djelovanja Općine Nova Kapela u slučaju prirodnih nepogoda za 2021. godinu, s naglaskom na procjenu rizika, organizaciju civilne zaštite, edukaciju građana i procjenu otpornosti zajednice. Zaključno, ističe se važnost preventivnog djelovanja, multisektorske suradnje te kontinuirane edukacije stanovništva u cilju povećanja otpornosti na potrese i druge prirodne prijetnje.

Ključne riječi: *otpornost zajednice, prirodne nepogode, potresi, lokalna samouprava, civilna zaštita, plan djelovanja, upravljanje rizikom*

Abstract

Natural disasters, especially earthquakes, represent a serious threat to the safety, stability, and sustainable development of local communities. This paper explores the concept of community resilience, with a particular focus on the capacity of local governments to respond to earthquakes and mitigate their consequences. Through a theoretical framework, the paper defines the concept of natural hazards, elaborates on the classification and characteristics of earthquakes, and

* Visoka škola “Logos – centar” Mostar, mail: akaid@logos-centar.com

* Visoka škola “Logos – centar” Mostar, mail: iko.kuran85@gmail.com

discusses their direct and indirect impacts. The case study analyzes in detail the Action Plan for Natural Disasters in the Municipality of Nova Kapela for the Year 2021, with emphasis on risk assessment, civil protection organization, citizen education, and community resilience evaluation. The conclusion highlights the importance of preventive measures, multisectoral cooperation, and continuous public education in order to strengthen resilience to earthquakes and other natural threats.

Keywords: *community resilience, natural disasters, earthquakes, local government, civil protection, action plan, risk management.*

1. UVOD

Prirodne nepogode predstavljaju ozbiljnu prijetnju ljudskim životima, infrastrukturi i ukupnom društvenom razvoju. One obuhvaćaju širok spektar pojava poput poplava, suša, požara, klizišta i potresa, koje nastaju djelovanjem prirodnih sila, često izvan kontrole čovjeka. Među svim prirodnim nepogodama, potresi zauzimaju posebno mjesto zbog svoje nepredvidivosti, razorne moći i kratkog vremena reakcije koje ostavljaju pogođenim zajednicama. Njihovi učinci mogu u nekoliko sekundi prouzročiti gubitke u ljudskim životima, oštećenje ili uništenje infrastrukture, poremećaj opskrbnih sustava i psihološke traume stanovništvu.

Zbog seizmičkih aktivnosti zabilježenih u različitim dijelovima Hrvatske, uključujući i potrese u Hrvatskoj, Petrinji (2020.) i Zagrebu (2020.), postaje jasno da niti jedno područje nije u potpunosti izuzeto od ovakvih prijetnji. Učestalost i jačina potresa u posljednjem desetljeću dodatno naglašavaju potrebu za sustavnim pristupom u jačanju otpornosti lokalnih zajednica. Otpornost se u ovom kontekstu odnosi na sposobnost zajednice da pravovremeno prepozna rizik, učinkovito reagira u trenutku krize te se brzo i održivo oporavi nakon potresa.

Cilj ovog rada jeste ukazati na pravce razvoja suvremenog društva u području zaštite i spašavanja ljudi, s posebnim naglaskom na povećanje učinkovitosti u upravljanju kriznim situacijama i izvanrednim događajima u slučajevima potresa.

Treba imati na umu da se elementarne nepogode mogu dogoditi ne samo u mirnodopskim uvjetima, već i za vrijeme ratnih sukoba. Štoviše, tijekom ratnih okolnosti, razmjeri ovakvih pojava mogu biti znatno veći, kako po broju tako i po prostoru koji zahvaćaju, uz potencijalno katastrofalne posljedice. Primjeri

uključuju potrese, poplave izazvane uništavanjem brana i vodenih akumulacija, kao i velike požare izazvane eksplozivnim ili zapaljivim sredstvima.
U okviru organizacije civilne zaštite kao dijela sustava nacionalne sigurnosti i obrane, potrebno je ne samo planirati odgovor na ratne prijetnje, već i anticipirati moguće prirodne katastrofe koje se mogu pojaviti u miru. U takvim situacijama, ključno je aktivirati sve raspoložive društvene resurse, uključujući stručne službe i operativne timove, kako bi se provela učinkovita zaštita, spašavanje i sanacija posljedica.
S obzirom na sličnosti između ratnih razaranja i posljedica prirodnih nepogoda – osobito kada je riječ o ljudskim žrtvama i uništenju materijalnih dobara – logičan i nužan korak jest uspostavljanje jedinstvenog i integriranog sustava zaštite i spašavanja. Takav pristup omogućuje optimalno korištenje kadrova i materijalnih sredstava te istovremeno predstavlja i način provjere funkcionalnosti organizacije, zapovijedanja, opremljenosti i osposobljenosti u kontekstu eventualnih ratnih uvjeta.
Pojam sigurnosti moguće je razvrstati na više razina: individualnu, nacionalnu, regionalnu, međunarodnu i globalnu. Na svakoj od ovih razina mogu se identificirati različiti oblici prijetnji. Ozbiljna prijetnja nacionalnim interesima gotovo uvijek ima potencijal izravno ugroziti veći dio stanovništva neke zemlje, dok prijetnje međunarodnoj sigurnosti ujedno znače i posredno ugrožavanje nacionalnih interesa država koje se nalaze u zahvaćenom području. Izvori sigurnosnih prijetnji proizlaze iz samog ljudskog okoliša i najčešće se definiraju kao pojave, tvari ili živi organizmi čije djelovanje može imati negativne posljedice za ljude, društvene sustave, materijalna dobra ili prirodni okoliš.

2. POJAM IZVANREDNIH SITUACIJA

Pojam "izvanredna situacija" u stručnoj se literaturi često pogrešno tumači ili se koristi bez jasne razlike u odnosu na slične termine kao što su kriza, katastrofa i izvanredno stanje. Takva terminološka nepreciznost stvara dodatne poteškoće u razumijevanju stvarnog značenja pojma. Već rani pravni dokumenti, poput britanskog Emergency Powers Acta iz 1920. godine, definirali su izvanrednu situaciju kao događaj koji onemogućava zajednici pristup osnovnim životnim resursima te zahtijeva djelovanje posebnih službi. Suvremeni pristupi definiranju ovog pojma više naglašavaju posljedice nego uzroke – izvanredna situacija se promatra kao okolnost koja ozbiljno ugrožava ljudsku dobrobit, okoliš ili sigurnost zajednice, uključujući situacije rata i terorizma. Prema definiciji američke Agencije za upravljanje izvanrednim situacijama (FEMA), izvanredna situacija je neplanirani događaj koji može uzrokovati ozbiljne

povrede, ugroziti zdravlje, narušiti okoliš ili nanijeti značajnu štetu imovini i društvenom ugledu (Civil Contingencies Act, 2004).

2.1. Klasifikacija izvanrednih situacija

Razvrstavanje izvanrednih situacija važan je aspekt znanstvenih i stručnih istraživanja, jer omogućuje strukturiran pristup prevenciji i odgovoru. Klasifikacija se temelji na različitim kriterijima:

- **Prema vremenskim karakteristikama:** događaji koji se javljaju naglo i razvijaju velikom brzinom (npr. potresi).
- **Prema društveno-ekološkom utjecaju:** situacije koje uzrokuju gubitke života, epidemije, uništenje resursa i poremećaje u proizvodnji.
- **Prema socio-ekonomskom učinku**: događaji s potencijalom destabilizacije društva, političkih sustava ili međunacionalnih odnosa.
- **Prema ekonomskim posljedicama**: situacije koje zahtijevaju značajna financijska ulaganja, stvaranje fondova i korištenje napredne tehničke opreme.
- **Prema upravljačkoj složenosti**: događaji koji su teško predvidivi, traže koordinaciju velikog broja sektora i brze odluke (Mlađan & Cvetković, 2013).

U općenitom smislu, sve izvanredne situacije mogu se svrstati u tri osnovne skupine:
prirodne, **tehnološke (ljudski uzrokovane)** i **kombinirane**.

2.1.1. Prirodne izvanredne situacije

Prirodne izvanredne situacije obuhvaćaju širok spektar pojava, koje su rezultat djelovanja prirodnih sila. Mogu se svrstati u nekoliko podkategorija:

- **Biološke**: epidemije virusnih, bakterijskih, parazitskih i gljivičnih bolesti, kao i zaraze izazvane insektima.
- **Geofizičke**: potresi, vulkanske erupcije, cunamiji, klizišta i urušavanja terena.
- **Klimatske**: ekstremne temperature, suše, požari.
- **Hidrološke**: poplave, bujice, obalne poplave.
- **Meteorološke**: cikloni, oluje, tornada, snježne mećave.

Takve prirodne pojave predstavljaju ozbiljnu prijetnju zdravlju, sigurnosti i imovini ljudi, te često imaju nepredvidive i razorne posljedice (Mlađan & Cvetković, 2013).

2.1.2. Tehnološke izvanredne situacije

Ove situacije proizlaze iz ljudskih aktivnosti, bilo namjernih ili nenamjernih, i dijele se u nekoliko kategorija:

1. **Industrijski incidenti**: eksplozije, požari, curenja otrovnih plinova, kemijska ili radijacijska zagađenja.
2. **Prometne nesreće**: nesreće u željezničkom, cestovnom, zračnom i riječnom prometu.
3. **Ostali tehnički kvarovi**: incidenti u infrastrukturi ili komunalnim sustavima.

Takve situacije često su posljedica interakcije čovjeka s tehnologijom i prirodom, a u mnogim slučajevima mogu imati opsežne posljedice za zdravlje ljudi i okoliš.

2.2. Ostale klasifikacije izvanrednih situacija

Izvanredne situacije mogu se kategorizirati prema različitim dodatnim kriterijima:

- **Prema prirodi opasnosti**: tehničke, biološke, prirodne, ekološke i društvene.
- **Prema učestalosti**: od rijetkih (npr. velike epidemije) do čestih (npr. požari).
- **Prema teritorijalnom zahvatu**: lokalne, općinske, regionalne, nacionalne i međunarodne.
- **Prema izvoru opasnosti**: prirodne, tehnološke, vojne ili terorističke.
- **Prema inicijalnom faktoru**: konfliktne (političke greške, sukobi) i nekonfliktne (npr. prirodni procesi).
- **Prema brzini razvoja**: nagle (potresi, eksplozije), brze (požari, poplave), umjerene (radioaktivne havarije), postepene (suše, onečišćenja).
- **Prema veličini zahvaćenog područja**: od objektskih do globalnih (Mlađan & Cvetković, 2013).

3. ELEMENTARNE NEPOGODE I POTRESI

Elementarne nepogode predstavljaju prirodne pojave koje se mogu dogoditi bilo gdje na Zemlji i u bilo kojem povijesnom razdoblju. Tijekom vremena, kako se razvijala tehnika i industrijska civilizacija, sve se više pažnje posvećivalo

potrebi izgradnje sustava koji mogu osigurati preživljavanje i zaštitu ljudi i njihove imovine u slučaju takvih događaja. U prošlosti su se prirodne nepogode često promatrale kroz prizmu praznovjerja i osjećaja nemoći pred nepoznatim silama prirode, dok se danas sagledavaju kao kompleksni procesi koje je moguće znanstveno analizirati, predviđati i ublažiti njihove posljedice.

Elementarne nepogode definiraju se kao stanja u kojima dolazi do velikih razaranja materijalnih dobara i prijetnji za zdravlje i živote ljudi u određenoj društvenoj sredini. Riječ je o prostorno i vremenski ograničenim pojavama koje u kratkom vremenu izazivaju štete takvog intenziteta da ih je teško ili nemoguće otkloniti uobičajenim sredstvima i metodama rada.

Jedna od najrazornijih i najopasnijih prirodnih nepogoda su potresi. Oni nastaju uslijed naglih pomicanja Zemljine kore, pri čemu se oslobađa velika količina energije koja se širi seizmičkim valovima. Potresi su često iznenadni, javljaju se bez upozorenja i mogu imati razorne posljedice, osobito u gusto naseljenim područjima i urbanim sredinama.

Potresi se razlikuju po intenzitetu i dubini, ali njihova prijetnja postaje stvarna opasnost samo kada dođe do dodira s ljudskom ranjivošću. Primjerice, jak potres u nenaseljenom području može proći gotovo neopaženo, dok sličan potres u gusto naseljenoj urbanoj sredini može rezultirati velikim ljudskim i materijalnim gubicima (Nikolić, Galjak & Taradi, 2020).

Elementarne nepogode, a osobito potresi, nerijetko uzrokuju katastrofe – izvanredne događaje koji premašuju sposobnost lokalne zajednice da se nosi s njihovim posljedicama. Katastrofa je, dakle, posljedica ne samo same opasnosti (hazarda), već i izloženosti i ranjivosti pogođenog stanovništva. Nedovoljna spremnost, loša infrastruktura, nedostatak informacija i ograničeni kapaciteti lokalne zajednice doprinose tome da opasnost preraste u katastrofu.

U današnjem svijetu, unatoč znanstveno-tehnološkom napretku, potpuno otklanjanje rizika od prirodnih nepogoda nije moguće. No, postoje mjere koje mogu znatno umanjiti njihove posljedice. To uključuje izgradnju otpornijih objekata, razvoj sustava ranog upozoravanja, planove evakuacije, edukaciju stanovništva i jačanje otpornosti zajednice.

Osim potresa, među najčešćim opasnostima prirodnog podrijetla koje mogu prouzročiti katastrofe nalaze se orkanski vjetrovi, obilne kiše, poplave, klizišta, požari i suše. Te pojave sve češće zahvaćaju naseljena područja, što dodatno povećava rizik i ranjivost stanovništva. Urbanizacija, rast populacije i izgradnja na seizmički aktivnim područjima doprinose povećanju šteta koje potresi i druge nepogode mogu izazvati.

Osim fizičkih i ekonomskih gubitaka, potresi uzrokuju i ozbiljne društvene posljedice, uključujući dugotrajne psihološke traume, poremećaj u

svakodnevnom životu te prekid pružanja osnovnih javnih usluga. Stoga se priprema za takve događaje mora temeljiti na sveobuhvatnom pristupu koji uključuje sve razine vlasti, stručne institucije, civilno društvo i same građane.
Elementarne nepogode su i dalje jedan od glavnih sigurnosnih izazova današnjice. Njihov se utjecaj ne iscrpljuje samo u trenutačnim gubicima, već imaju dugoročne posljedice po razvoj i stabilnost zajednica. Potresi, kao oblik najiznenadnijih i najteže predvidivih nepogoda, zahtijevaju osobito ozbiljan pristup u okviru sustava civilne zaštite i lokalne otpornosti.

3.1. Potresi

Potresi se javljaju kao rezultat naprezanja i pomicanja unutar Zemljine kore, osobito na granicama između različitih geoloških struktura. Ovi seizmički događaji posljedica su akumuliranog stresa koji se naglo oslobađa, pri čemu dolazi do pomicanja tektonskih ploča, što uzrokuje oslobađanje znatne količine energije (Nikolić, Galjak & Taradi, 2020).
Mjesto u unutrašnjosti Zemlje gdje potres nastaje naziva se **hipocentar** ili **žarište**, dok se točka na površini neposredno iznad hipocentra naziva **epicentar**. Hipocentri mogu biti **plitki** (do 70 km), **srednje duboki** (70–300 km) ili **duboki** (300–700 km), pri čemu su najdublji obično povezani sa zonama subdukcije.
Potresi se šire **seizmičkim valovima** – primarnim (longitudinalnim), sekundarnim (transverzalnim) i površinskim. Primarni valovi prvi stižu do površine i šire se kroz sve vrste materijala, dok sekundarni mogu prolaziti samo kroz čvrstu tvar. Površinski valovi, iako sporiji, najčešće izazivaju najveću štetu jer uzrokuju horizontalna i kružna podrhtavanja tla.
Za bilježenje potresa koristi se **seizmograf,** a rezultat zapisa zove se **seizmogram**. Znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem potresa naziva se **seizmologija**. Unatoč značajnom napretku u razvoju seizmološke opreme i modela, **točna prognoza potresa** (vrijeme i jačina) još uvijek nije moguća (Nikolić, Galjak & Taradi, 2020).

3.1.1. Klasifikacija potresa

Potresi se mogu klasificirati prema različitim kriterijima:

- **Prema uzroku nastanka**:
    - *Tektonski* – nastaju uslijed pomicanja tektonskih ploča.
    - *Vulkanski* – prate vulkanske aktivnosti.
    - *Urušni* – povezani s urušavanjem šupljina pod zemljom.

  - *Meteorski* – uzrokovani padom meteorita.
- **Prema mjestu pojavljivanja**:
  - *Kopneni potresi* – utječu izravno na naseljena područja.
  - *Podmorski potresi* – mogu izazvati tsunamije koji se šire velikim brzinama (do 900 km/h) i dosežu visine veće od 30 metara.
- **Prema prostiranju energije**:
  - *Centralni* – šire se kružno.
  - *Lateralni* – imaju elipsasti oblik širenja.
- **Prema načinu opažanja**:
  - *Makroseizmi* – mogu se osjetiti bez instrumenata.
  - *Mikroseizmi* – detektiraju se isključivo instrumentima.
- **Prema prostornoj razini djelovanja**:
  - *Lokalni* – osjete se do 200 km udaljenosti.
  - *Mali, srednji, veliki i svjetski potresi* – razvrstani su prema dosegu i učinku (Stanić, 2007).

3.1.2. Intenzitet i magnituda potresa

Potresi se kvantificiraju pomoću **dviju osnovnih mjera**: **magnitude** i **intenziteta**.

- **Magnituda** predstavlja količinu energije oslobođene tijekom potresa i izražava se najčešće prema **Richterovoj ljestvici**, čije vrijednosti variraju od 0 do 9 i više.
- **Intenzitet** odražava učinak potresa na ljude, objekte i okoliš te se mjeri ljestvicama kao što je **Mercalli-Cancani-Siebergova (MCS)**, koja ima 12 stupnjeva. Prvi stupanj označava potres koji je gotovo neprimjetan, dok dvanaesti označava potpuno razaranje urbanih sredina (Mlađan i Cvetković, 2013).

Na jačinu utjecaja potresa na površinu Zemlje utječu brojni faktori: količina oslobođene energije, dubina hipocentra, udaljenost epicentra od naselja te geološka građa tla i objekata na pogođenom području.

Tablica 1: Karakteristike i posljedice intenziteta potresa

Intenzitet (Mercalli)	**Karakteristike**	**Posljedice**
I.	Neprimjetan potres	Bilježe ga samo seizmografi
II.	Jedva osjetan potres	Osjeti se samo na višim katovima višekatnica
III.	Slab potres	Tlo podrhtava poput prolaska automobila po

Intenzitet (Mercalli)	**Karakteristike**	**Posljedice**
		cesti
IV.	Umjeren potres	Stakla na prozorima zveckaju, okviri se pomiču kao da je prošao teretni voz
V.	Prilično jak potres	Njišu se slike na zidovima, pojedini ljudi izlaze van
VI.	Jak potres	Slike padaju, namještaj se pomiče i prevrće
VII.	Vrlo jak potres	Ruše se dimnjaci, pucaju zidovi kuća
VIII.	Razoran potres	Slabije građene kuće se ruše, jače se oštećuju, pojavljuju se pukotine u tlu
IX.	Pustošan potres	Kuće se ruše ili jako oštećuju, nastaju klizišta i odroni
X.	Uništavajući potres	Većina kuća se ruši, mostovi i brane pucaju
XI.	Katastrofalan potres	Većina objekata je uništena, tlo je ozbiljno razoreno
XII.	Veliki katastrofalan potres	Sve izgrađeno je uništeno, reljef se mijenja, rijeke mijenjaju tok, jezera nestaju

Tablica 2: Usporedba intenziteta potresa prema MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) skali i Richterovoj skali

Intenzitet u epicentru (Io) prema MCS skali	**Magnituda (M) prema Richterovoj skali**
I. – II.	0,0 – 1,5
II. – III.	1,5 – 2,5
III. – IV.	2,5 – 3,0
IV. – V.	3,0 – 3,5
V. – VI.	3,5 – 4,5
VI. – VII.	4,5 – 5,0
VII. – VIII.	5,0 – 5,5
VIII. – IX.	5,5 – 6,0
IX. – X.	6,0 – 6,5
X. – XI.	6,5 – 7,0
XI. – XII.	7,0 – 7,5
XII.	7,5 – 10,0

3. STUDIJA SLUČAJA: PRIPREMA ZAJEDNICE OPĆINE NOVA KAPELA U REPUBLICI HRVATSKOJ ZA POTRES

4.1. Procjena rizika u lokalnoj zajednici

Procjena rizika predstavlja temelj za planiranje i provođenje preventivnih i operativnih mjera u slučaju prirodnih nepogoda. Općina Nova Kapela, sukladno zakonskim obvezama i smjernicama Državne uprave za zaštitu i spašavanje, izradila je Procjenu rizika od velikih nesreća (2018), kojom su utvrđeni najvjerojatniji i najopasniji scenariji prirodnih i drugih nepogoda. Potres je u ovom dokumentu klasificiran kao jedan od događaja s potencijalno ozbiljnim posljedicama, osobito zbog mogućeg utjecaja na objekte kritične infrastrukture, prometnu povezanost i sigurnost stanovništva.

Procjena je izrađena prema Metodologiji za izradu procjena rizika od katastrofa i sadrži kvantitativne i kvalitativne analize ranjivosti naselja, socijalnih skupina i izloženih sustava. U kontekstu potresa, identificirane su zone većeg rizika, posebno one s većom gustoćom starijih stambenih objekata i slabijom seizmičkom otpornošću (Općina Nova Kapela, 2020).

4.2. Plan djelovanja u slučaju potresa

U okviru službenog Plana djelovanja u području prirodnih nepogoda za 2021. godinu, Općina Nova Kapela razradila je konkretne mjere koje se provode prije, tijekom i nakon potresa. Plan se temelji na Zakonu o ublažavanju i uklanjanju posljedica prirodnih nepogoda (NN 16/19) i uključuje:

- aktivaciju stožera civilne zaštite odmah po saznanju o potresu,
- mobilizaciju lokalnih operativnih snaga, kao što su vatrogasci i Crveni križ,
- provođenje evakuacije ugroženih osoba i osiguranje prihvatnih punktova,
- privremeno zbrinjavanje stanovnika čije su kuće oštećene ili srušene,
- uspostavu komunikacije s nadležnim županijskim i državnim tijelima radi pomoći i logistike (Općina Nova Kapela, 2020).

Plan također predviđa provjeru i redovno održavanje opreme za hitne situacije, kao i ažuriranje kontakt informacija odgovornih osoba i institucija u kriznim situacijama.

4.3. Uloga lokalnih službi i civilne zaštite

Upravljanje posljedicama potresa u lokalnoj zajednici nezamislivo je bez dobro organiziranog sustava civilne zaštite. Uloga lokalnih snaga civilne zaštite, uključujući Vatrogasnu zajednicu općine, komunalna poduzeća, ambulantne službe i društvene organizacije, ključna je u prvim satima nakon potresa. Njihova zadaća uključuje pružanje prve pomoći, spašavanje zatrpanih osoba, uklanjanje ruševina te osiguravanje prohodnosti cesta (Nikolić, Galjak & Taradi, 2020).

Stožer civilne zaštite ima koordinacijsku ulogu te u suradnji s načelnikom općine donosi operativne odluke i usmjerava resurse prema prioritetnim točkama. Prema planu, operativne snage su prethodno educirane kroz vježbe simulacije potresa, što povećava njihovu pripravnost i učinkovitost.

4.4. Edukacija i informiranje građana

Jedan od ključnih elemenata u pripremi zajednice za potres jest kontinuirana edukacija stanovništva. Plan djelovanja posebno naglašava važnost informiranja građana putem lokalnih medija, letaka i oglasnih ploča, kao i uključivanje škola i predškolskih ustanova u edukativne aktivnosti.

U suradnji s županijskim Stožerom civilne zaštite, Općina Nova Kapela organizira tematske radionice i vježbe evakuacije, s ciljem usvajanja znanja o postupcima za vrijeme potresa. Edukacija se usmjerava i na ranjive skupine, poput djece, starijih osoba i osoba s invaliditetom.

Prepoznaje se važnost proaktivnog informiranja građana, kao što su jasne upute za ponašanje tijekom potresa (npr. zaklon ispod čvrstih struktura, izbjegavanje lifta, zatvaranje plina i struje), čime se povećava sigurnost i smanjuje rizik od panike i ozljeda.

4.5. Procjena otpornosti zajednice

Otpornost zajednice definira se kao sposobnost da se sustavno i učinkovito odgovori na rizike i da se život što brže vrati u normalu. U slučaju potresa, otpornost ovisi o više čimbenika: građevinskoj otpornosti objekata, spremnosti službi, educiranosti stanovništva te kvaliteti međuinstitucionalne suradnje.

Općina Nova Kapela prepoznaje važnost ulaganja u infrastrukturu, poglavito u statički ranjive objekte poput škola, javnih ustanova i domova zdravlja. Također, zajednica raspolaže planovima zbrinjavanja i mobilnim timovima za hitne intervencije. No, plan ističe potrebu za daljnjim razvojem sustava ranog upozoravanja i jačanjem kapaciteta za psihološku pomoć nakon potresa (Općina Nova Kapela, 2020).

4. ZAKLJUČAK

Prirodne nepogode, a osobito potresi, predstavljaju jednu od najozbiljnijih prijetnji sigurnosti i stabilnosti lokalnih zajednica. Njihova razorna snaga, nepredvidivost i učestalost u mnogim dijelovima svijeta zahtijevaju sustavan pristup koji obuhvaća procjenu rizika, strateško planiranje, jačanje kapaciteta službi zaštite i spašavanja, te kontinuiranu edukaciju i informiranje stanovništva.

Analizom primjera Općine Nova Kapela može se zaključiti kako lokalne zajednice mogu razviti sveobuhvatan odgovor na prijetnju potresa kroz dokumentirane planove djelovanja, mobilizaciju lokalnih resursa, izgradnju međusektorske suradnje i provedbu preventivnih mjera. Dokument *Plan djelovanja u području prirodnih nepogoda za 2021. godinu* jasno pokazuje organiziran i proaktivan pristup koji uključuje aktivaciju kriznih stožera, definirane postupke evakuacije, osiguranje privremenog smještaja, te definiranje zaduženja ključnih dionika.

Važan aspekt otpornosti zajednice ogleda se i u edukaciji građana – jer otpornost nije samo infrastrukturni, već i društveni koncept. Infrastruktura otporna na potrese, osposobljeni timovi za hitne intervencije, informirani i pripremljeni građani – sve su to ključni elementi za smanjenje gubitaka i brži oporavak nakon nepogode.

Zaključno, izgradnja otpornosti zajednice mora biti kontinuiran proces koji uključuje sve razine – od pojedinca do institucija. Potres, kao izrazito destruktivna nepogoda, traži od zajednica ne samo spremnost za reakciju, već i

dugoročnu strategiju koja će osigurati održivost i sigurnost života unatoč neizvjesnim okolnostima prirodnog okruženja.

LITERATURA

1. Civil Contingencies Act (2004) A short guide. London: Cabinet Office, Civil Contingencies Secretariat.
2. Mlađan, D. and Cvetković, V. (2013) Klasifikovanje vanrednih situacija. Beograd: Kriminalističko-policijska akademija, Dani Arčibalda Rajsa.
3. Nikolić, V., Galjak, M. and Taradi, J. (2020) 'Upravljanje rizicima od katastrofe i otpornost zajednice', Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini, 62(2), pp. 151–160. Available at: https://hrcak.srce.hr/240704 (Accessed: 15 April 2025).
4. Općina Nova Kapela (2020) Plan djelovanja u području prirodnih nepogoda za 2021. godinu. Nova Kapela. Available at: https://www.novakapela.hr/media/2020./PLAN%20DJELOVANJA%20U%20PODRU%C4%8CJU%20PRIRODNIH%20NEPOGODA%20%20ZA%202021%20GODINU.pdf (Accessed: 15 April 2025).
5. Stanić, S. (2007) 'Social aspects of natural disaster', in Jones, A. (ed.) Disaster recovery and relief – Current and future approaches. Split: Hydrographic Institute of the Republic of Croatia, pp. 393–402.

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA LJUDSKO ZDRAVLJE

THE IMPACT Of CLIMATE CHANGE ON HUMAN HEALTH

Stručni rad / Professional paper

Marina Vitković, mag.med.techn*

Marija Brečak, studentica*

Sažetak

Jedan od najvećih globalnih problema 21. stoljeća su klimatske promjene te njihov utjecaj na ljudsko zdravlje sve je češći. Prateće pojave koje se dešavaju tijekom klimatskih promjena su porast globalne temperature, česte pojave esktremnih vremenskih pojava kao što su suše, kiše ili toplinski valovi te velike promjene u obrascima padalina ugrožavaju zdravlje ljudi širom svijeta. Takve vrste promjena u okolišu utječu na kvalitetu zraka, povećavaju razinu peludi i zagađenja što uzrokuje ili pogoršava respiratorne bolesti poput astme ili kroničnih opstruktivnih bolesti. Toplinski valovi uzrokovati će toplotni udar, dehidraciju i pogoršanje kroničnih bolesti prvenstveno kod osoba starije životne dobi, djece i kroničnih bolesnika. Klimatske promjene također će utjecati i na širenje zaraznih bolesti. Promjenom temperature i vlage omogućuje se širenje komaraca koji prenose bolesti poput denga groznice, Zika virusa ili malarije u nova područja. Osim toga učestalije poplave mogu kontaminirati izvore pitke vode te na taj način povećati rizik od bolesti koje se prenose putem vode, poput kolere. Klimatske promjene također mogu utjecati i na mentalno zdravlje, tijekom esktremnih vremenskih pojava osobe mogu izgubiti domove, članove obitelji što može dovesti do depresije, stresa ili posttraumatskih stresnih poremećaja. Kako bi se spriječili negativni utjecaji klimatskih promjena na ljudsko zdravlje, veoma je bitno provesti nužne i pravovaljane preventivne mjere na globalnoj i lokalnoj razini, u te mjere također uključujući i prilagodbu zdravstvenih sustava, osnaživanje preventivnih mjera te smanjenje emisija stakleničkih plinova.

Ključne riječi: *klimatske promjene, vremenske pojave, bolesti, preventivne mjere, infekcije*

* Veleučilište Ivanić-Grad, mvitkovic@vevig.hr

* Veleučilišta Ivanić-Grad, brecakmarija@gmail.com

Abstract

One of the greatest global challenges of the 21st century is climate change and its increasing impact on human health. Accompanying phenomena such as rising global temperatures, frequent extreme weather events like droughts, heavy rainfall, or heatwaves, and significant changes in precipitation patterns threaten human health worldwide. These environmental changes affect air quality, increase pollen and pollution levels, and can cause or worsen respiratory diseases such as asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Heatwaves may lead to heatstroke, dehydration, and the worsening of chronic conditions, especially among the elderly, children, and those with pre-existing health issues. Climate change also influences the spread of infectious diseases. Variations in temperature and humidity enable the expansion of mosquitoes carrying diseases such as dengue fever, Zika virus, and malaria into new areas. Additionally, more frequent flooding can contaminate drinking water sources, increasing the risk of waterborne illnesses such as cholera. Climate change can also affect mental health—extreme weather events may lead to the loss of homes or loved ones, which can result in depression, stress, or post-traumatic stress disorder (PTSD). To prevent the negative effects of climate change on human health, it is essential to implement effective and timely preventive measures on both global and local levels, including adapting healthcare systems, strengthening preventive strategies, and reducing greenhouse gas emissions.

***Keywords**: climate change, weather events, diseases, preventive measures, infections*

1. UVOD

Jedan od najvažnijih izazova s kojima se suočava čovječanstvo su klimatske promjene. Osim što utječu na prirodni okoliš, isto tako utječu i na društvene, zdravstvene i gospodarske grane svakodnevnog života. Klimatske promjene obuhvaćaju dugoročne promjene u globalnim ili lokalnim klimatskim obrascima, a prvenstveno se odnosi na porast prosječnih globalnih temperatura uslijed ljudskih aktivnosti kao što su sagorijevanje fosilnih goriva ili krčenja šuma. Takvi procesi dovode do povećane koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi što uzrokuje takozvani efekt staklenika to jest zadržavanje topline na Zemlji i povećanje temperature. Kako su klimatske promjene uvijek gledane kroz dimenziju okoliša i ekologije, njihov utjecaj je sve značajniji na ljudsko zdravlje i postaje sve veći problem. Svjetska zdravstvena organizacija skreće

pažnju da klimatske promjene već sada izravno utječu na zdravlje milijuna ljudi diljem svijeta. Učinci klimatskih promjena često su kompleksno povezani u smislu od porasta broja novooboljelih uslijed toplinskih valova, do širenja zaraznih bolesti u novim regijama gdje takvih vrsta bolesti nije postojalo, pogoršanja kvalitete zraka i vode te mentalnih problema koji nastaju zbog ekstremnih vremenskih pojava. Jedan od najčešćih i najprimjećenijih utjecaja klimatskih promjena na zdravlje su sve češći i intenzivniji toplinski valovi. Visoke temperature mogu izazvati ozbiljne zdravstvene posljedice, posebice kod djece, osoba starije životne dobi, trudnica ili osoba koje imaju kronična oboljenja. Osim što klimatske promjene utječu na promjene temperatura isto tako utječu i na obrasce padalina, što dovodi ili do sušnih razdoblja ili do razdoblja poplava (DHMZ, 2025.).

Poplave često utječu na pitku vodu u smislu kontaminacije te na taj način postoji povećan rizik od nastanka bolesti koje se prenose vodom, dok razdoblja suše mogu utjecati na nestašicu hrane i pitke vode što negativno utječe na prehrambenu sigurnost i opće zdravlje stanovništva toga područja. Klimatske promjene također utječu i na nastanak bolesti koje se prenose životinjskim putem kao što su komarci i krpelji. Zbog porasta temperature i promjene vlažnosti zraka, staništa ovih vrsta šire se u područja gdje prije nisu postojala. Bolesti poput denga groznice, malarije ili virusnog encefalitisa postaju prijetnja i u područjima gdje su umjerene klimatske zone. Na taj način možemo zapravo primijetiti da se klimatskim promjenama utječe direktno na zdravlje stanovništva koje prije nije bilo izloženo ovakvoj vrsti oboljenja, a drugi problem takvih područja je što njihovi zdravstveni sustavi više puta nisu pripremljeni za takve vrste oboljenja. Osim tjelesnog zdravlja, klimatske promjene ostavljaju trag i na mentalnom zdravlju. Tijekom ekstremnih vremenskih pojava mnoge osobe izgube domove, bližnje osobe te su prisiljene na migraciju. Takvi faktori imaju značajan utjecaj na mentalno zdravlje čovjeka, što dovodi do pojave anksioznosti, depresije i drugih oblika psiholoških poremećaja. Prikazom svih ovih problema koje dolaze sa klimatskim promjenama može se zaključiti da je riječ o globalnim zdravstvenim problemima, a ne samo ekološkim problemima. Veoma je bitno pravovremeno donošenje preventivnih mjera i mjera prilagodbe kako bi se reducirale moguće posljedice (Europska komisija, 2024.).

2. **KLIMATSKE PROMJENE**

Kao što je već rečeno klimatske promjene predstavljaju jedan od najozbiljnijih globalnih problema današnjice. Klimatske promjene predstavljaju dugoročne

promjene u padalinama, temperaturi, vjetrovima i drugim klimatskim pojavama na Zemlji. Iako se klima na našem planetu prirodno mijenja kroz duga vremenska razdoblja, današnja promjena se odvija znatno brže nego prijašnjih godina, a svemu je glavni uzrok ljudska ruka. Čovjek je razvio industriju, masovno upotrebljava fosilna goriva, intenzivno sječe šume te intenzivna poljoprivreda dovode do povećanja koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi što dovodi do povećanja globalne temperature. Ti plinovi se zadržavaju u atmosferi i uzrokuju globalno pregrijavanje te kao posljedica toga temperature zraka i oceana rastu, ledenjaci i polarne kape se tope, a razina mora se podiže. Efekti klimatskih promjena vidljivi su već i osjećaju se diljem svijeta. Sve više možemo svjedočiti ekstremnim vremenskim promjenama kao što su toplinski valovi, suše, jake oluje, poplave i požari. Takve pojave ozbiljno narušavaju živote i ljudsku imovinu, uništavaju ekosustave i smanjuju dostupnost pitke vode i hrane. Promjene u klimi utječu i na bioraznolikost jer brojne biljne i životinjske vrste gube svoja staništa te im prijeti izumiranje. Osim na prirodu klimatske promjene utječu i na gospodarstvo i društvo. Zdravlje ljudi je također ugroženo zbog čestih toplinskih valova, onečišćenja zraka, širenja bolesti te nesigurnosti vode i hrane. Bitka zahtjeva globalnu suradnju i hitne mjere. Klimatske promjene osim što su ekološki problem također su i politički i moralni izazov (Cianconi, 2020.).

2.1. Uzroci klimatskih promjena

Glavni uzrok nastanka klimatskih promjena je čovjekova ruka, još od vremena industrijske revolucije. Ključni faktor je povećana emisija stakleničkih plinova poput ugljikova dioksida, metana i dušikovog oksida u atmosferi. Ovi plinovi zadržavaju se u atmosferi te stvaraju takozvani efekt staklenika što dovodi do globalnog zagrijavanja. Glavni izvor stakleničkih plinova je sagorijevanje fosilnih goriva koje koristimo za proizvodnju električne energije, grijanje i promet. Automobili, termoelektrane i industrija su najveći zagađivači. Uz sve te probleme, masovno krčenje šuma pogoršava situaciju jer smanjenjem broja stabala dovodi do manje stabala koja će apsorbirati taj ugljikov dioksid iz atmosfere. Poljoprivreda također ima veliki utjecaj na klimatske promjene, jer uzgojem stoke posebno goveda, proizvode se velike količine metana, dok se korištenjem umjetnih gnojiva oslobađa dušikov oksid. Intenzivnom obradom tla te upotrebom pesticida narušavaju se ekosustavi. Iako prirodni čimbenici kao što su vulkanske erupcije mogu imati utjecaja, glavni čimbenik je ljudska ruka (Europska komisija, 2024.).

2.2. Posljedice klimatskih promjena

Klimatske promjene imaju sve vidljivije posljedice na okoliš, društvo i gospodarstvo širom svijeta. Jedna od najupadljivijih posljedica je porast globalne temperature. Porast temperature dovodi do topljenja ledenjaka i polarnih kapa te podizanja razine mora. Podizanjem razine mora ugrožena su obalna područja i otoci, a milijuni ljudi riskiraju gubitak domova zbog poplava i erozija tla. Ekstremne klimatske pojave kao što su toplinski valovi, suše, jaki olujni vjetrovi i poplave sve su češći i razorniji. Takvi vremenski uvjeti negativno utječu na poljoprivredu, smanjuju prinose hrane i dovode do nestašica vode. Klimatske promjene utječu i na ljudsko zdravlje tako što se povećava broj respiratornih i zaraznih bolesti, a stresni vremenski događaji negativno utječu na mentalno zdravlje. Zbog klimatskih promjena bioraznolikost je ugrožena jer brojne životinje i biljke gube svoja prirodna staništa i vode izumiranju (NOAA, 2024.).

2.3. Sprječavanje klimatskih promjena

Kako bi se učinkovito usporio daljnji napredak klimatskih promjena veoma je bitno poduzeti konkretne mjere. Za početak bi se mogla smanjiti upotrebu fosilnih goriva te poraditi na poticanju korištenja obnovljivih izvora energije kao što su sunce, vjetar i voda. Bitno je pametno raspolagati i odgovorno upravljati s otpadom. Svaka osoba može krenuti prvo od sebe, tako što će smanjiti upotrebu korištenja automobila, zatim štednju energije, pravilno reciklirati te smanjiti konzumaciju mesa. Educiranje i osvještavanje javnosti je ključno za promicanje pozitivnih promjena. Moguće je usporiti klimatske promjene i očuvati planet za buduće generacije, samo ako se djeluje zajedničkim snagama (Narodni zdravstveni list, 2008.).

3. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA PRIJENOS BOLESTI

Klimatske promjene imaju sve jači utjecaj na ljudsko zdravlje. Takve promjene zahvaćaju sve države svijeta, uključujući i Hrvatsku. Promjene u temperaturama, vlažnosti zraka i obrascima padalina mijenjaju prirodne uvjete te na taj način pogoduju širenju patogena i njihovih prijenosnika. Toplije zime i duže toplo vrijeme omogućuju preživljavanje i širenje ovakvih vrsta organizama. Neki virusi koje prenose krpelji i komarci sve češće se bilježe i u Hrvatskoj, iako ih nekada nije uopće bilo u našim krajevima. Povećane količine oborina dovode do poplava, a iste te poplave mogu kontaminirati izvore pitke

vode pa se na taj način povećava i rizik od nastanka gastroenteritisa i drugih sličnih bolesti. Također klimatske promjene utječu i na migracije stanovništva, što može dodatno doprinijeti širenju zaraza. Borba protiv klimatskih promjena istovremeno je i ulaganje u zdravlje (WHO, 2023.). Respiratorna oboljenja povezana su sa promjenama u okolišu koje utječu na kvalitetu zraka (Davis Health, 2024.). Veoma je važno raditi na jačanju i unaprjeđenju zdravstvenog sustava, odnosno unaprjeđenju prevencije i prilagodbe novim uvjetima kako bi se zaštitilo zdravlje ljudi (European Enviroment Agency, 2023.). Neizostavna je i edukacija stanovništva, odnosno razvijanje sustava ranog upozoravanja te ulaganje u javno zdravstvo, da kada i dođe do bilo kojeg oboljenja, da se može pravovaljano liječiti (Klimatske promjene, 2022.).

3.1. Bolesti koje se prenose kisikom

Klimatske promjene osim što utječu na okoliš, tako djeluju i na širenje bolesti koje se prenose zrakom. Zbog porasta temperature dolazi do promjena u vlažnosti zraka i zbog zagađenja atmosfere stvaraju se povoljni uvjeti za razvitak respiratornih infekcija, alergijskih reakcija i kroničnih bolesti dišnog sustava. Prva posljedica klimatskih promjena je porast koncentracije peludi u zraku, zbog produžene sezone cvatnje i širenja novih biljnih vrsta što rezultira pojačanim simptomima alergijskog rinitisa i astme. Pogoršavanje kvalitete zraka, smog i lebdeće čestice olakšavaju širenje virusa i bakterija putem zraka. Zbog loše kvalitete zraka i učestalim naglim promjenama temperatura dolazi do oslabljenja imuniteta te povećanja infekcija, poput gripe ili COVID-19. Bolesti koje se prenose kisikom češće su u zimskim mjesecima, također zbog ljudskog faktora, točnije dužeg boravka u zatvorenom prostoru i okupljanja veće količine ljudi. U ljetnim mjesecima ljudi također obolijevaju, ali u tom slučaju problem dolazi iz rashladnih uređaja zbog slabog održavanja čistoće filtera istih. Kako bi se pravovremeno uspjelo reagirati i smanjiti pojavu bolesti koje su povezane s klimatskim promjenama, veoma je bitno pratiti kvalitetu zraka, ulagati u zelene površine te zdravstvenu politiku prilagoditi novim klimatskim uvjetima (APHA, 2015.).

3.2. Bolesti koje se prenose hranom

Kao što je već navedeno, klimatske promjene mogu imati utjecaja na svaku stavku u okolišu, pa tako i na hranu. Porast temperature, promjene u vlažnosti, poplava i suše, znatno utječu na uzgoj, skladištenje i distribuciju hrane čime se povećava rizik od kontaminacije. Bakterije poput *Salmonelle, E.coli* i *Listerije* su

jedne od glavnih uzročnika bolesti koje se prenose hranom. Takve vrste bakterija brže se razmnožavaju na višim temperaturama pa do oboljenja dolazi najčešće u ljetnim mjesecima, ponajviše zbog neadekvatnog skladištenja, posebice mesa, jaja i mliječnih proizvoda. Ekstremne vremenske neprilike i topliji uvjeti također povećavaju rizik od onečišćenja hrane štetnim algama, gljivicama i mikotoksinima. Za primjer se mogu uzeti alfatoksini. Oni proizvode određene vrste plijesni u hrani te na taj način mogu kontaminirati žitarice i orašaste plodove te izazvati ozbiljne zdravstvene probleme, uključujući bolesti jetre i karcinoma. Poplave mogu kontaminirati poljoprivredna zemljišta otpadnim vodama te na taj način povećati rizik za nastanak zaraznih bolesti koje se mogu prenijeti putem hrane ili vode. Također zbog povećanoga pritiska na lance hrane postoji mogućnost da se smanji nadzor hrane koja se pušta u prodaju. Na taj način gubi se sigurnost namirnica. Kako bi se pravovremeno zaštitilo stanovništvo važno je razviti sustave praćenja i kontrole hrane te svakako educirati stanovništvo o pravilnom rukovanju i skladištenju namirnica (Smith, 2019.).

3.3. Bolesti koje se prenose vodom

Klimatske promjene utječu na sigurnost i kvalitetu pitke vode. Porastom temperatura, češćim razdobljima suša ili poplava povećava se rizik onečišćenja izvora pitke vode te se na taj način mogu razviti mnoga bakterijska ili virusna oboljenja. Najčešći problem tijekom poplava je kontaminacija fekalijama, a posljedično može doći do razvitka i širenja bolesti kao što su kolera, dizenterija, tifus ili hepatitis A. Ovakve vrste bolesti najčešće se pojavljuju u područjima s lošom infrastrukturom i nedostatkom higijenskih uvjeta. Visoke temperature pogodne su za razmnožavanje mikroorganizama poput *Vibrio cholera* i *Cryptosporidiuma,* koji mogu uzrokovati teške crijevne infekcije. Topla i stajaća voda je idealna za razvoj komaraca koji mogu također prenositi druge vrste oboljenja. Pojava algi također narušava kvalitetu vode. U sušnim razdobljima smanjuje se količina dostupne pitke vode što prisiljava stanovništvo na korištenje nesigurnih izvora vode. Kako bi se smanjio razvitak takvih bolesti, bitno je ulaganje u pročišćavanje i zaštitu izvora vode. Također je bitna i izgradnja otporne infrastrukture te edukacija stanovništva o važnosti higijene, sigurnom i pravilnom korištenju vode (Mosley, 2015.).

3.4. Bolesti koje prenose životinje

Klimatske promjene sve više utječu na zdravlje ljudi, a jedna od negativnih posljedica klimatskih promjena je porast bolesti koje prenose životinje. Kako bi se ova oboljenja spriječila, bitno je pratiti kretanje vektora bolesti, provoditi javnozdravstveno osvještavanje o bolestima, poticati na osobne mjere zaštite te korištenje zaštite od ugriza i cijepljenje (Čečura, 2016.).

3.4.1. Bolesti koje prenose komarci

S obzirom na klimatske promjene i svjetska putovanja, opasnost od širenja bolesti koje prenose komarci sve je veća te je stoga važno biti informiran i poduzimati preventivne mjere. Komarce se svrstava među najopasnije životinje na svijetu jer prenose različite zarazne bolesti i svake godine uzrokuju milijune oboljenja i smrtnih slučajeva. Bolesti koje komarci najčešće prenose su malarija, denga groznica, Zika virus i virus Zapadnog Nila. Malariju prenosi ženski komarac vrste *Amopheles,* a uzrokuje ju parazit roda *Plasmodium*. Bolest je prisutna u tropskim krajevima te može biti smrtonosna ako se ne liječi pravovremeno. Bolesti poput Denga groznice, Zika i žute groznice uzrokuju komarci roda *Aedes.* Zbog klimatskih promjena takva vrsta komaraca sve više je prisutna i u područjima Europe, a ne samo u tropskim krajevima. Virus Zapadnog Nila zabilježen je i u Hrvatskoj (Čečura, 2016.). Simptomi bolesti koju prenose komarci su visoka temperatura, glavobolja, bolovi u mišićima, osip, umor i mučnina. Oboljenja kao što je denga groznica također mogu imati i komplikacije poput unutarnjeg krvarenja i šoka. Prevencija je ključna stavka u borbi protiv ovih bolesti. Kao zaštita preporuča se korištenje zaštitnih mreža protiv komaraca, repelenata, nošenje duge odjeće, uklanjanje stajaćih voda gdje se komarci razmnožavaju te cijepljenje u područjima gdje je dostupno (Jackson, 2022.).

3.4.2. Bolesti koje se prenose glodavcima

Glodavci poput miševa i štakora također mogu biti prijenosnici zaraznih bolesti koje su opasne za ljude. Zarazne bolesti prenose se direktnim putem kontakta s glodavcima, njihovim izlučevinama ili neizravno putem kontaminirane hrane, vode ili ugriza zaraženih buha ili krpelja koji žive na glodavcima. Najpoznatija bolest koju prenose glodavci je *Leptospiroza.* Čovjek se najčešće zarazi kontaminiranom vodom urinom zaraženih životinja. Simptomi koji se pojavljuju su visoka temperatura, bolovi u mišićima, glavobolja, a u težim

slučajevima dolazi do oštećenja bubrega, jetre i meningitisa. Još jedna veoma opasna bolest koju prenose glodavci je *hantavirusni plućni sindrom.* Ta bolest prenosi se udisanjem kontaminirane prašine izmetom glodavaca. Bolest izaziva tešku respiratornu insuficijenciju te zahtijeva bolničko liječenje. Gledajući u prošlost prenosioci kuge također su bili glodavci. Kako bi se izbjeglo širenje ovakvih vrsta bolesti veoma je bitno smanjenje kontakta s glodavcima, odnosno održavanje higijene prostora, pravilno skladištenje hrane, uklanjanje potencijalnih skloništa za glodavce i provođenje redovne deratizacije (Richardson, 2025.).

3.4.3. Bolesti koje se prenose krpeljima

Zbog toplih zima i dužih vegetacijskih razdoblja krpelji su sve više prisutniji i otrovniji. Krpelji su sitni paraziti koji se hrane krvlju životinja i ljudi. Svojim ugrizom prenose niz opasnih bolesti. Aktivni su u toplijim mjesecima pogotovo u proljeće i ljeto, ali zbog klimatskih promjena i slabih zima pronalazimo ih tijekom cijele godine . Najčešće se nalaze u visokoj travi, grmlju i šumama. Dvije najpoznatije bolesti koje prenose su Lajmska borelioza i krpeljni meningoencefalitis. Lajmsku boreliozu uzrokuje bakterija *Borrelia burgdorferi.* Prvi znak infekcije je crvenilo na koži koje se širi u obliku prstena. Ova bolest ako se ne liječi može zahvatiti zglobove, živčani sustav i srce. Druga također ozbiljna bolest koju krpelji prenose je krpeljni meningoencefalitis. Virusna je infekcija koja može uzrokovati upalu mozga i moždanih ovojnica. Simptomi su visoka temperatura, glavobolja i umor. U težim slučajevima može doći do neuroloških komplikacija. Osim ove dvije bolesti krpelji također mogu prenesti još bolesti poput anaplazmoze, babezioze te erlihioze, no one su rjeđe. Kod životinja krpelji prenose piroplazmozu, zbog koje životinje ugibaju jer je otrov prejak. Kao mjera prevencije preporuča se nošenje duge odjeće prilikom boravka u prirodi, korištenje repelenata te temeljito pregledavanje tijela nakon povratka iz prirode. U slučaju ugriza potrebno je pažljivo ukloniti krpelja i pratiti simptome (NETEC, 2024.).

4. ZAKLJUČAK

Jedan od najvećih izazova za zdravlje čovječanstva u 21. stoljeću su klimatske promjene. Povećanje prosječnih klimatskih temperatura, češće ekstremne vremenske nepogode, porast razine mora te promjene u obrascima padalina izravno i neizravno utječu na fizičko i mentalno stanje stanovništva. Zbog klimatskih promjena povećava se broj toplinskih udara, dehidracija i

kardiovaskularnih problema, osobito kod skupina starije životne dobi, djece i kroničnih bolesnika. Zbog poplava i učestalih suša povećava se rizik od bolesti uzrokovanih onečišćenom vodom te je zbog toga smanjen pristup sigurnom izvoru hrane i vode. Zbog porasta temperature dolazi i do promjena u ekosustavima te razvitka i širenja bolesti poput malarije, denga groznice ili lajmske borelioze, u područja gdje prije takve bolesti nisu bile prisutne. Zbog pogoršanja kvalitete zraka dolazi do povećanja učestalosti respiratornih bolesti, poput astme ili kronične opstruktivne bolesti. Zbog prirodnih katastrofa kao što su poplave, a samim tim gubitka bližnjih osoba tijekom vremenskih neprilika i gubitka doma ili prisilne migracije, narušeno je i mentalno zdravlje stanovništva. Kako bismo zaštitili ljudsko zdravlje tijekom klimatskih promjena veoma je bitna suradnja multidisciplinarnog tima i međunarodna suradnja. Prvenstveno je bitno ulagati u zdravstvene sustave, razvijati strategije prilagodbe i otpornosti zajednice te educirati stanovništvo na smanjenje stakleničkih plinova. Klimatske promjene osim što su ekološki i gospodarski problem isto su tako i zdravstveni problem. Transformacijom zdravstvenih aspekata u klimatskoj politici može se spasiti mnoge živote i unaprijediti opće dobro. Bitka protiv klimatskih promjena nije samo borba za okoliš i gospodarstvo već i za zdravlje te dobrobit sadašnjih i budućih generacija.

LITERATURA

1. APHA, Climate Changes Health: Respiratory Health, 2015., Dostupno na : https://www.apha.org/topics-and-issues/climate-health-and-equity/air-quality
2. Cianconi P., PubMed, Impact od climative change on mental health: A cinematic descriptive rewiev, Dostupno na : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32210846/
3. Čečura V., Najčešće zoonoze u Hrvatskoj, 2016., Dostupno na: https://repozitorij.sumfak.unizg.hr/islandora/object/sumfak%3A583/datastream/PDF/view
4. Davis Health, Experts warn climate change will fuel spread of infectious diseases, 2024., Dostupno na: https://health.ucdavis.edu/news/headlines/experts-warn-climate-change-will-fuel-spread-of-infectious-diseases-/2024/03
5. Državni hidrometeorološki zavod, Srednjaci temperature za razdoblje od 1991- 2020., Dostupno na: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje&param=srednja_temperatura&Grad=zm_sred&Godina=2025

6. Europska komisija, Posljedice klimatskih promjena, Dostupno na : https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_hr
7. Europska komisija, Uzroci klimatskih promjena, Dostupno na: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_hr
8. European Enviroment Agency, Toplinski valovi i širenje zaraznih bolesti zbog klimatskih promjena sve su veće prijetnje zdravlju Europljana, 2023., Dostupno na: https://www.eea.europa.eu/highlights/toplinski-valovi-i-sirenje-zaraznih
9. Jackson A., World Mosyuito Program, Explainer: How climate change is amplifying mosquito- borne diseases, 2022., Dostupno na: https://www.worldmosquitoprogram.org/en/news-stories/stories/explainer-how-climate-change-amplifying-mosquito-borne-diseases
10. Klimatske promjene, Toplinski valovi, širenje zaraznih bolesti zbog klimatskih promjena, sve veće prijetnje zdravlju, Dostupno na: https://klimatskepromjene.hr/toplinski-valovi-sirenje-zaraznih-bolesti-zbog-klimatskih-promjena-sve-vece-prijetnje-zdravlju/
11. Mosley M. L., Earth- Science reviews, Drought impacts on the water quality of freshwater systems: review and integration, page 203-2014, 2015., Dostupno na: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825214002086?via%3Dihub
12. Nastavni zavod za javno zdravstvo, Narodni zdravstveni list, 2008., Dostupno na: https://zzjzpgz.hr/kategorija/narodni-zdravstveni-list/narodni-zdravstveni-list-2008/
13. NETEC, Climate Change and Infectious Diseases, 2024., Dostupno na: https://netec.org/2024/03/25/climate-change-and-infectious-diseases/
14. NOAA, Climate change impacts, 2024., Dostupno na: https://www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/climate-change-impacts
15. Richardson L. J., Science Advances, Increasing rat numbers in cities are linked to climate warming, urbanization and human population, 2025., Dostupno na: https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.ads6782
16. Smith B. A., National Library of Medicine, How will climate change impact microbial foodborne disease in Canada?, 2019., Dostupno na: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6587690/

17. World Health Organization, Climate change, 2023., Dostupno na: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health

ZELENI POSLOVNI MODELI

GREEN BUSINESS MODELS

Stručni rad / Professional paper

Pred. VŠ. Sandra Pehar mag.oec*

Manda Epler, student*

Sažetak

Zeleni poslovni modeli predstavljaju inovativan odgovor suvremenih tvrtki na globalne izazove održivosti i očuvanja okoliša. Njihova implementacija podrazumijeva usvajanje ekološki prihvatljivih praksi, razvoj zelenih proizvoda i procesa te integraciju načela kružnog gospodarstva i eko-inovacija u temeljne poslovne operacije. Predmetni rad predstavlja osnove zelenih poslovnih modela, njihovu klasifikaciju i ključne elemente te ističe važnost promjene strateške orijentacije tvrtki prema održivosti. Kroz pregled relevantne literature i primjenu suvremenih pristupa, rad naglašava kako uspješna provedba zelenih poslovnih modela zahtijeva transformaciju tradicionalnog poslovanja, angažman svih dionika te stalne inovacije. Zeleni poslovni modeli predstavljaju temelj za dugoročnu konkurentnost tvrtki, osiguravajući ekološke, ekonomske i društvene koristi.

Ključne riječi: *zeleni poslovni modeli, održivost, ekološka učinkovitost, zelena transformacija*

Abstract

Green business models represent an innovative response by modern companies to global sustainability challenges and environmental protection. Their implementation involves the adoption of environmentally friendly practices, the development of green products and processes, and the integration of circular economy principles and eco-innovations into core business operations. This paper presents the fundamentals of green business models, their classification, and key elements, while emphasizing the importance of shifting companies' strategic orientation towards sustainability. Through a review of relevant literature and

* Visoka škola „Logos centar“Mostar, mail: sandra.pehar@logos-centar.com

* Visoka škola „Logos centar“Mostar, mail: manda.epler@logos-centar.com

the application of contemporary approaches, the paper highlights that the successful implementation of green business models requires the transformation of traditional business practices, the engagement of all stakeholders, and continuous innovation. Green business models form the foundation for the long-term competitiveness of companies, ensuring environmental, economic, and social benefits.

Keywords: *green business models, sustainability, eco-efficiency, green transformation*

1. UVOD

Suvremeni gospodarski razvoj obilježen je sve većom potrebom za održivim rješenjima koja uravnotežuju ekonomski rast, društveni napredak i očuvanje okoliša. Na tom tragu, pojam zelenog poslovanja razvio se krajem prošlog stoljeća kao odgovor na rastuću zabrinutost zbog iscrpljivanja prirodnih resursa, degradacije ekosustava i klimatskih promjena. Zeleni poslovni modeli, kao konkretizacija filozofije zelenog poslovanja, danas su prepoznati kao *conditio sine qua non* u transformaciji tradicionalnih tvrtki u održive organizacije. Zeleni poslovni modeli nadilaze puku usklađenost s propisima i integriraju načela ekološke učinkovitosti i inovacija u srž poslovnih strategija. Njihov meritum odnosi se na stvaranje vrijednosti kroz proizvode, usluge i procese koji minimaliziraju negativan utjecaj na okoliš, a istovremeno donose ekonomske i društvene koristi. Kroz razvoj zelenih proizvoda, održivih proizvodnih procesa i implementaciju kružnog gospodarstva, takve tvrtke postaju pokretači održivih promjena na tržištu i u zajednici. U radu se analizira teorijska osnova i klasifikacija zelenih poslovnih modela, istražuju se njihovi ključni elementi i opisuje proces njihove implementacije. Poseban naglasak stavlja se na značaj strateškog upravljanja, inovacija te angažmana svih dionika, uključujući potrošače, dobavljače i regulatorna tijela. Cilj rada je, prema svemu potonjem, pružiti sveobuhvatan pregled suvremenih pristupa zelenim poslovnim modelima te istaknuti njihovu ulogu u izgradnji dugoročne konkurentnosti i održivosti tvrtki.

2. OSNOVNE ZNAČAJKE ZELENOG POSLOVANJA I ZELENIH POSLOVNIH MODELA

Pojam „zelenog poslovanja“ pojavio se krajem XX. stoljeća u jeku sve veće zabrinutosti za održivost gospodarskog razvoja. Potonji je, pak, potaknut

rastućom sviješću o pitanjima okoliša kao što su sve brže iscrpljivanje prirodnih resursa i pogoršanje kvalitete okoliša. Dok se podrijetlo modernih zelenih pokreta može pratiti do sredine 1960-ih, bilo je potrebno gotovo 20 godina da se tvrtke prilagode trendovima „ozelenjivanja“ i usvoje ih u svoju ideologiju i praksu (Čekanavičius i sur., 2014). Definicijski, zeleno poslovanje obuhvaća poslovne prakse koje se smatraju ekološki prihvatljivima, s ciljem smanjenja negativnog utjecaja na okoliš. Ove prakse mogu uključivati upotrebu organskih i prirodnih materijala u građevinskim projektima, implementaciju čvršćih mjera za smanjenje emisija, odgovorno upravljanje resursima i dizajniranje organizacija te poslovnih procesa s naglaskom na učinkovitost i ekonomičnost korištenja resursa. Korištenje obnovljivih izvora energije, povećanje recikliranja materijala i smanjenje emisije toksičnih tvari predstavljaju ključne ekološke strategije unutar zelenog poslovanja. Zeleno poslovanje, s obzirom na potonje, temelji se na usvajanju načela, politika i praksi koje doprinose poboljšanju kvalitete života potrošača, dok istovremeno štite prirodne resurse (Karagülle, 2012). Uspjeh zelenog poslovanja izgrađen je na tri osnovna načela koja integriraju odgovornost prema okolišu s uspješnom, komercijalnom, strategijom. Prvo načelo naglašava važnost razumijevanja poslovnog slučaja za održivost. Umjesto da se „samo“ usklađuju s propisima o zaštiti okoliša, tvrtke se potiču da proaktivno uklanjaju štetne materijale i procese iz svog poslovanja. Čineći to, ne samo da izbjegavaju ponavljajuće regulatorne troškove, već i stvaraju otpornije modele koji su spremni za budućnost. Drugo načelo usredotočuje se na ono što tvrtke moraju učiniti kako bi postigle održivost, pri čemu se ističu dva komplementarna pristupa: ekološka učinkovitost[12] i model ekosustava.[13] Treće načelo odnosi se na metodu implementacije, naglašavajući potrebu za inkrementalnim i radikalnim inovacijama. Oslanjajući se na okvir *Totalnog upravljanja kvalitetom*, tvrtke bi trebale usvojiti dvostruki pristup: stalna manja poboljšanja uz strateške, transformativne promjene. Dok manja poboljšanja optimiziraju postojeće sustave, velike promjene, poput redizajniranja proizvoda ili usvajanja potpuno novih poslovnih modela, neophodne su za postizanje značajnih ekoloških ciljeva (Kane, 2010). Dok zeleno poslovanje predstavlja temeljnu filozofiju usmjerenu na ekološki odgovorno poslovanje, zeleni poslovni modeli konkretiziraju tu filozofiju kroz specifične obrasce djelovanja koji omogućuju održivo stvaranje i isporuku vrijednosti. Zeleni poslovni modeli nude nove

[12] Pristup čiji je cilj maksimiziranje korisnosti uz smanjenje upotrebe resursa. Pogodan je za poslovanje i donosi mjerljive dobitke u izvedbi i profitabilnosti.

[13] Zagovara sustave zatvorene petlje po uzoru na prirodu, gdje se svi materijali sigurno ponovno koriste, energija se crpi iz obnovljivih izvora, a otpad se eliminira dizajnom.

načine za tvrtke da stvore ekonomsku vrijednost, a istovremeno donose koristi za okoliš (Geissdoerfer i sur., 2018).

Zeleni poslovni modeli smatraju se sjecištem dvaju istraživačkih područja, tj. ekološke održivosti i poslovnih modela. Međutim, još uvijek ne postoji konsenzus u vezi s definicijom. Prema jednoj skupini autora, zeleni poslovni model je onaj koji predstavlja značajno poboljšanje ekološke učinkovitosti u cijelom lancu vrijednosti u usporedbi s konvencionalnim poslovnim modelima. Slično tome, druga skupina autora smatraju kako se zeleni poslovni model odnosi na prilagodbu jednog ili više elemenata postojećeg poslovnog modela tvrtke s ciljem istovremenog stvaranja ekonomske vrijednosti i unaprijeđena okolišnih performansi. Također se mogu definirati kao strateški planovi koji promiču širenje proizvoda i usluga koji nude ekološki korisne rezultate, a pritom ostaju ekonomski održivi. Njihov cilj je, dakle, stvaranje vrijednosti ponudom visokokvalitetnih proizvoda i usluga koji ne samo da smanjuju operativne troškove, već i smanjuju štetu za okoliš (Solesvik i sur., 2022).

Dakle, zeleni poslovni modeli predstavljaju inovativne strategije koje usklađuju ekološku održivost s ekonomskim uspjehom. Ovi modeli nastoje integrirati ekološka načela izravno u poslovne operacije, proizvode i usluge. Zeleni poslovni modeli obuhvaćaju različite prakse: od smanjenja pakiranja i otpada (npr. inicijative za nulti otpad), promicanja energetske učinkovitosti (npr. LED rasvjeta, solarna energija), do razvoja čistih tehnoloških inovacija poput hibridnih ili električnih vozila (Walther, 2009). U praksi, potonje podrazumijeva korištenje obnovljivih izvora energije, racionalno i učinkovito korištenje dostupnih resursa, usklađivanje poslovanja s ekološkim standardima te ponovnu upotrebu materijala kroz postupke oporabe.[14] Uz ekološke ciljeve, zeleni poslovni modeli također ističu važnost društvene odgovornosti, aktivne potpore lokalnim zajednicama te stvaranja dugoročno održivog ekonomskog sustava (Midžić Kurtagić i sur., 2024). Vrijedi naglasiti i to kako se zeleni poslovni modeli razlikuju od konvencionalnih „zelenih tvrtki“ (npr. tvrtke koje jednostavno proizvode ekološki prihvatljive proizvode) po tome što često uključuju nov način poslovanja koji mijenja poticaje i tokove vrijednosti u korist održivosti (Nordic Council of Ministers, 2010).

[14] Oporaba se odnosi na svaki postupak kojim se otpad koristi u korisne svrhe, zamjenjujući materijale koji bi se inače koristili u te svrhe, ili se priprema za takvu upotrebu - bilo unutar industrijskih procesa ili u širem gospodarskom kontekstu.

3. TAKSONOMIJA ZELENIH POSLOVNIH MODELA

Zeleni poslovni modeli mogu se klasificirati na različite načine, ovisno o teoretskoj leći, ekološkim ciljevima ili tehnološkim okvirima korištenim u njihovoj analizi (Solevik i sur., 2022). Prema jednoj klasifikaciji, mogu se kategorizirati u četiri glavne vrste, koje se razlikuju prema stupnju i prirodi njihovog utjecaja na okoliš u odnosu na konvencionalne prakse. Ovi tipovi - od tipa 0 do tipa 3 - odražavaju različite razine ekološke odgovornosti i inovativnosti u dizajnu i izvedbi poslovnih modela (Sommer, 2012):

1. Tip 0 - referentni slučaj: predstavlja standardni ili uobičajeni pristup u određenoj industriji.
    a. ovi poslovni modeli ne teže aktivno poboljšanju zaštite okoliša i stoga odražavaju trenutačnu prosječnu učinkovitost zaštite okoliša u svom sektoru.
    b. njihov relativni ekološki otisak ostaje uglavnom konstantan tijekom vremena, osim inkrementalnih poboljšanja koja se mogu dogoditi prirodno kroz tehnološki napredak ili razvoj tržišta.
    c. služe kao mjerilo prema kojem se ocjenjuju drugi poslovni modeli.
2. Tip 1 - inkrementalno poboljšanje: ovi modeli uključuju ekološke mjere u postojeće operacije, obično kroz niz malih, stalnih poboljšanja.
    a. primjeri uključuju tvrtke koje usvajaju energetski učinkovitu rasvjetu, recikliraju otpad ili blago smanjuju emisije tijekom vremena.
    b. iako takvi napori mogu dovesti do značajnog smanjenja utjecaja na okoliš, oni ne predstavljaju radikalno odstupanje od konvencionalnog modela.
    c. ta su poboljšanja obično usklađena sa strategijama uštede i često s vremenom postaju industrijske norme, podižući standarde za ono što predstavlja osnovnu odgovornost prema okolišu.
3. Tip 2 - diskontinuirano poboljšanje: za razliku od tipa 1, ovi poslovni modeli implementiraju značajna poboljšanja u pogledu ekološke učinkovitosti, često kroz inovativno restrukturiranje mehanizama stvaranja vrijednosti.
    a. to može uključivati prelazak na obnovljive izvore energije, redizajn proizvoda za cirkularnost ili ponudu usluga koje

zamjenjuju potrebu za vlasništvom (npr. dijeljenje automobila umjesto vlasništva automobila).

b. modeli tipa 2 smatraju se „zelenim“ u dihotomnom smislu jer odražavaju značajan i namjeran odmak od standardnih praksi, dajući jasno superiorne ekološke rezultate.
c. gledajući podtipove, postoje: Tip 2a (unutarnja učinkovitost); Tip 2b (isporuka koristi za okoliš primarno kupcima, Tip 2c (kako bi smanjili utjecaj drugih na okoliš – primjerice, proizvođači tehnologija za kontrolu onečišćenja).

4. Tip 3 - snažna održivost: ovi modeli se smatraju održivima u apsolutnom smislu, što znači da ne iscrpljuju prirodne resurse ili ekosustave tijekom vremena. Rade na načelima kao što su proizvodnja zatvorene petlje, potpuno oslanjanje na obnovljive izvore energije i sprječavanje štete za okolišne sustave tijekom upotrebe ili odlaganja proizvoda.

Vrijedno je naglasiti kako malen broj poslovnih modela trenutačno ispunjava ove kriterije, s obzirom na to da postizanje jake održivosti zahtijeva uklanjanje ili potpuno neutraliziranje svih utjecaja na okoliš, uključujući one koji nastaju u lancima vrijednosti (Sommer, 2012).
Druga klasifikacija razlikuje modele poticaja i modele životnog ciklusa. Modeli poticaja usmjereni su na specifične uštede ili učinkovitosti, kao što je smanjenje potrošnje vode, energije ili materijala, što se često vidi u uslugama temeljenim na učinku. Nasuprot tome, modeli životnog ciklusa usvajaju holistički pristup, obuhvaćajući koncepte kao što su upravljanje povratom, zeleni opskrbni lanci i industrijska simbioza, te se, prema tome, bave održivošću tijekom cijelog životnog vijeka proizvoda. Dodatna tipologija predstavlja tri dimenzije - maksimiziranje energetske i materijalne učinkovitosti, zatvaranje krugova resursa i zamjenu obnovljivim izvorima energije ili prirodnim procesima. Primjeri uključuju modele kao što su *Energy Efficinnovator*, *Material Efficreator*, *Recyclenhancer* i *Greenew Substituter*, od kojih svaki kombinira različite razine tehnološke integracije i ekološke funkcije za postizanje ciljanih rezultata održivosti (Solevik i sur., 2022).

4. ELEMENTI ZELENIH POSLOVNIH MODELA

Zeleni poslovni modeli obuhvaćaju razvoj i primjenu zelenih proizvoda, održivih

proizvodnih procesa i operacija te integraciju zelenih načela u upravljanje lancem opskrbe (Midžić Kurtagić i sur., 2024). Ovdje je također važno uključiti i tzv. zelenog potrošača. Zeleni proizvodi su ekološki prihvatljivi proizvodi dizajnirani kako bi umanjili utjecaje na okoliš tijekom svog životnog ciklusa. Oni su najizravnije povezani s temama kao što su održivost, zeleni marketing, povjerenje potrošača, zdravlje i ekološka svijest (Bhardwaj i sur., 2020). Dakle, zeleni proizvodi su oni koji smanjuju negativan utjecaj materijala koji se koristi u proizvodnji i pakiranju. To se postiže izbjegavanjem upotrebe štetnih i toksičnih tvari, ograničavanjem korištenja neobnovljivih sirovina te preferiranjem sigurnih, obnovljivih, resursa. Primjer takvog pristupa je „zeleni čelik“ - čelik proizveden metodama koje su u skladu s načelima održivosti i zaštite okoliša. Ove metode uključuju korištenje energije iz obnovljivih izvora, smanjenje emisija ugljičnog dioksida te učinkovito upravljanje otpadom kroz recikliranje i smanjenje otpada. Navedeni ciljevi se ostvaruju modernizacijom tehnoloških procesa, poput prelaska s klasičnih visokih peći na elektrolučne peći koje koriste „zelenu“ energiju, smanjenjem korištenja fosilnih goriva te zamjenom istih vodikom u različitim fazama proizvodnje (Midžić Kurtagić i sur., 2024). Održivost se ogleda i u zelenim proizvodnim procesima i operacijama, koje nastoje svesti emisije štetnih plinova, otpadnih voda i krutog otpada na minimum. Takvi procesi su energetski i materijalno efikasni te istovremeno vode brigu o zaštiti zdravlja radnika, korisnika i lokalne zajednice. Zeleni lanac opskrbe predstavlja koncept koji u klasične nabavne, proizvodne i distributivne procese uvodi održive prakse. Za razliku od tradicionalnog linearnog pristupa, ovaj model uključuje i tzv. reverznu logistiku - aktivnosti povrata, ponovne upotrebe i recikliranja proizvoda i ambalaže, čime se dodatno smanjuje opterećenje okoliša (Midžić Kurtagić i sur., 2024). Koncept zelenog potrošača pojavio se kao kritičan segment na modernom tržištu, potaknut rastućom zabrinutošću za okoliš i hitnom potrebom za održivim razvojem. Povećanje svijesti o okolišu restrukturiralo je tržišnu dinamiku, dovevši do potrošača koji ekološku odgovornost stavljaju na prvo mjesto u svom ponašanju pri kupnji. Dakle, zeleni potrošači su pojedinci koji svojim izborom potrošnje aktivno nastoje podržati ekološki prihvatljive prakse. Ta ponašanja uključuju smanjenje upotrebe resursa, recikliranje, odabir obnovljivih i čistih tehnologija, smanjivanje otpada i svjesnu kupnju zelenih proizvoda. Ova promjena u ponašanju potrošača usklađena je sa širim prijelazom u fokusu politike - od reguliranja proizvodnje do utjecaja na obrasce potrošnje - budući da su se sami propisi usmjereni na proizvodnju pokazali nedovoljnima u ublažavanju ekoloških problema. Važnost potonjih leži u njihovom potencijalu da utječu na ekološke ishode tržišnim izborima. Potrošnja je ključni pokretač

utjecaja na okoliš, pa su stoga potrošači ključni čimbenici u rješavanju ekoloških kriza. Svaka odluka o kupnji određenog proizvoda ima ekološke i društvene implikacije (Ferraz i sur., 2017). Na zelene potrošače utječe nekoliko psiholoških čimbenika. Osobne vrijednosti, identitet i uvjerenja o učinkovitosti nečijih postupaka imaju vitalnu ulogu. Ljudi koji sebe smatraju ekološki svjesnima ili koji se nadaju da će nešto promijeniti vjerojatnije će usvojiti zelene navike. Međutim, mnogi se pojedinci još uvijek bore s jazom između vrijednosti i djelovanja, gdje se briga za okoliš ne pretvara uvijek u održivo ponašanje. Društveni utjecaji također su važni; naime, zeleni konzumerizam često raste kada to rade i drugi ljudi. U nekim slučajevima, ekološko ponašanje postaje oblik društvenog signaliziranja - ljudi u javnosti donose ekološke odluke kako bi poboljšali svoj imidž ili pokazali moralnu predanost. Dodatno, vanjske strukture, kao što su politički poticaji i poticaji za ponašanje, također oblikuju zelenu potrošnju (Sachdeva i sur., 2015).

S druge strane, nekoliko situacijskih čimbenika djeluje kao prepreka, poput dostupnosti, cijene i percipirane kvalitete zelenih proizvoda. Čak se i potrošači s pozitivnim ekološkim stavovima možda neće uvijek uključiti u pro-ekološko ponašanje zbog praktičnih ograničenja poput viših troškova, slabije percipirane izvedbe ili ograničenog pristupa održivim alternativama (Ferraz i sur., 2017). Unatoč ovim izazovima, zeleni potrošač predstavlja moćnu snagu u transformaciji tržišta. Kako se svijest povećava i tvrtke odgovaraju poboljšavanjem dostupnosti i privlačnosti održivih proizvoda i zelenih poslovnih modela, očekuje se da će zeleni potrošači imati izražajniju u oblikovanju ekološki odgovornih obrazaca proizvodnje i potrošnje. Njihovi stavovi i namjere kupnje, iako ponekad neusklađeni s ponašanjem, ostaju ključni prediktori i pokretači budućih trendova u predmetnom području. Elementi zelenog poslovnog modela, pored potonjeg pristupa, mogu se objasniti i kroz tri ključna stupa: pristup kružnog gospodarstva, eko-inovacije i održivo upravljanje opskrbnim lancem. U srcu mnogih zelenih poslovnih modela je kružno gospodarstvo, model koji zamjenjuje tradicionalni linearni proces „uzmi, napravi, odloži“ sustavom zatvorene petlje. U ovom pristupu, tvrtke dizajniraju proizvode imajući na umu trajnost, mogućnost popravka i mogućnost recikliranja. Umjesto odbacivanja proizvoda na kraju njihova životnog ciklusa, materijali se obnavljaju, ponovno koriste ili mijenjaju namjenu. To smanjuje potrebu za netaknutim resursima, ublažava degradaciju okoliša i podržava regenerativni sustav. Tvrtke koje prihvaćaju ovaj model ulažu u programe povrata, promoviraju reciklirani sadržaj i poboljšavaju sustave gospodarenja otpadom. Minimiziranjem stvaranja otpada tijekom proizvodnje i poticanjem sudjelovanja potrošača u povratu proizvoda,

doprinose značajnom smanjenju korištenja odlagališta i promiču kružne tokove resursa. Ova sustavna promjena nije samo ekološka - ona potiče potražnju za sekundarnim sirovinama i doprinosi održivom industrijskom razvoju (Odeyemi i sur., 2024). Eko-inovacija predstavlja naprednu dimenziju zelenih poslovnih modela. Uključuje dizajniranje proizvoda i procesa koji donose dobrobiti za okoliš bez ugrožavanja kvalitete ili izvedbe. Tvrtke koje usvajaju eko-inovativne strategije razmatraju cijeli životni ciklus proizvoda, od odabira sirovina do odlaganja na kraju životnog vijeka. Uobičajene eko-inovativne prakse uključuju korištenje recikliranih ili obnovljivih inputa, osiguravanje da su proizvodi biorazgradivi ili energetski učinkoviti i korištenje zelenih tehnologija kao što je solarna energija, inteligentni sustavi nadzora i proizvodnja s niskim emisijama. Te se tehnologije koriste ne samo za ispunjavanje postojećih standarda, već i za preventivno rješavanje preferencija potrošača za održivim proizvodima. Kroz eko-inovacije, tvrtke se diferenciraju na tržištu, smanjuju svoj ekološki otisak i pokreću tranziciju prema održivijem globalnom gospodarstvu (Odeyemi i sur., 2024). Konačno, istinski zeleni poslovni model uključuje održivost u cijelom opskrbnom lancu. To uključuje etičko nabavu, poštenu radnu praksu i ekološki odgovornu logistiku. Tvrtke koje prakticiraju održivo upravljanje opskrbnim lancem odabiru dobavljače koji se pridržavaju društvenih i ekoloških standarda, kao što su osiguravanje poštenih plaća i smanjenje ugljičnog otiska sirovina. Štoviše, zeleni opskrbni lanci nastoje smanjiti utjecaje na okoliš tijekom transporta i distribucije. To može uključivati korištenje ekološki prihvatljivog pakiranja, optimiziranje logističkih ruta i smanjenje zaliha putem sustava kao što je isporuka točno na vrijeme (Odeyemi i sur., 2024). Ove mjere ne samo da poboljšavaju operativnu učinkovitost, već i zadovoljavaju sve veće zahtjeve potrošača za transparentnošću i korporativnom odgovornošću.

5. PROVEDBA ZELENIH POSLOVNIH MODELA

Provedba zelenog poslovnog modela uključuje temeljnu transformaciju strateške orijentacije, procesa odlučivanja i operativne prakse tvrtke. Uspješna implementacija zelenog poslovnog modela započinje u rukovodstvu tvrtke. Zelene poslovne modele trebaju predložiti vrhunski rukovoditelji koji održivost ne vide kao neobavezni dodatak, već kao središnji poslovni imperativ. Oni se moraju obvezati na dugoročnu viziju koja prioritet ekološkoj ravnoteži i socijalnoj etici zajedno s profitabilnošću. Potonje svakako zahtijeva hrabrost, strateško predviđanje i proaktivno razmišljanje. To uključuje redefiniranje uspjeha - ne samo kao financijski rast, već kao stvaranje trajne vrijednosti za sve dionike, uključujući buduće generacije (Cohen i sur., 2011). Dakle, tvrtke

mogu razviti zelene poslovne modele uz relativno široko sudjelovanje viših rukovoditelja i menadžera jer je njihovo znanje o postojećim sposobnostima i njihovo razumijevanje izvedivosti za razvoj esencijalno. Bez potonjeg, organizacije neće imati dovoljno informacija za sve različite poslovne funkcije za definiranje i pokretanje odgovarajućih inicijativa transformacije. Nakon što se utvrde mogućnosti zelenog poslovnog modela, rukovodstvu je puno lakše predvidjeti razinu transformacije koja će biti potrebna u njihovom području poslovanja (Olson, 2009). Nadalje, tvrtke moraju biti spremne suočiti se s unutarnjim otporom, posebno kada su početni troškovi zelenijih poslovnih modela visoki. Stoga, implementacija zelenog poslovnog modela često zahtijeva ne samo inovacije, već i zagovaranje. Uspješan zeleni poslovni model integrira održivost u svaku osnovnu funkciju: proizvodnju, logistiku, marketing, ljudske potencijalne i financije. Na primjer (Cohen i sur., 2011):

1. Lanac nabave i opskrbe: osiguravajući da dobavljači ispune mjerila održivosti i potiču prakse kružne ekonomije (npr. recikliranje, ponovna upotreba).
2. Dizajn proizvoda: stvaranje ekološki prihvatljivih proizvoda koji minimiziraju upotrebu resursa i lako se mogu reciklirati.
3. Operacije: smanjenje emisije, očuvanje energije i optimizaciju učinkovitosti resursa.
4. Marketing i brendiranje: transparentno komunicirajući napore za održivost potrošačima i dionicima, a istovremeno izbjegavajući tzv. *greenwashing*.

Svakako, provedba zelenog poslovanja nije izolirani proces. Zahtijeva angažman dionika - od zaposlenika i investitora do kupaca i regulatornih tijela. To uključuje poticanje sudjelovanja zaposlenika u inicijativama održivosti, omogućavanje transparentnosti oko utjecaja proizvoda na okoliš, usklađivanje očekivanja dioničara s dugoročnim ekološkim ciljevima, suradnju s nevladinim organizacijama i vladama kako bi postavili i premašili standarde zaštite okoliša. Provedba se mora voditi jasnim mjernim podacima i pokazateljima uspješnosti. Redovne revizije, mehanizmi izvještavanja i potvrde o održivosti (npr. ISO 14001) pomažu u održavanju odgovornosti i poboljšanju pokretanja. Štoviše, kontinuirana inovacija (tehnološka i organizacijska) je od vitalnog značaja. Održivost mora postati pokretač konkurentske prednosti, a ne samo mehanizam usklađenosti (Cohen i sur., 2011). U konačnici, provedba zelenog poslovnog modela uspijeva u okruženju poduzetničkog razmišljanja. Takve tvrtke su „izmjenjivači igara,“ koji zamišljaju alternativne budućnosti, a zatim grade staze da ih dosegnu. To uključuje preuzimanje rizika, eksperimentiranje i

spremnost da se odstupi od tradicionalne poslovne logike. Za male tvrtke kojima često nedostaju resursi velikih, provedba zelenih poslovnih modela zahtijeva kreativne pristupe i suradničke ekosustave. No, s rastućom potražnjom potrošača za etičkim proizvodima i sve većim propisima o okolišu, čak i male tvrtke prepoznaju dugoročnu vrijednost zelenog poslovnog modela (Cohen i sur., 2011).

6. ZAKLJUČAK

Zeleni poslovni modeli predstavljaju neizostavan element suvremenog poslovanja, reflektirajući rastuću odgovornost tvrtki prema okolišu i društvu. Njihova provedba zahtijeva temeljitu transformaciju poslovnih procesa, stratešku predanost rukovoditelja te kontinuirano inoviranje proizvoda, usluga i operacija. Kroz integraciju ekoloških načela, kružnog gospodarstva i održivih praksi u lancu vrijednosti, tvrtke ne samo da smanjuju svoj ekološki otisak, već ostvaruju i konkurentske prednosti na tržištu. Uspjeh zelenih poslovnih modela ovisi o proaktivnom pristupu, transparentnosti, angažmanu svih dionika i sposobnosti prilagodbe novim regulatornim i tržišnim zahtjevima. Iako zeleni poslovni modeli donose brojne prednosti, njihova implementacija često nailazi na značajne prepreke. Najčešći izazovi uključuju visoke početne troškove prelaska na održive tehnologije, kompleksnost usklađivanja s raznolikim regulatornim zahtjevima te nedostatak stručnog znanja i svijesti unutar organizacija. Dodatno, nedovoljna podrška tržišta i poteškoće u promjeni potrošačkih navika mogu usporiti širu primjenu zelenih rješenja. Prevladavanje ovih izazova zahtijeva kontinuiranu edukaciju zaposlenika, blisku suradnju s regulatornim tijelima te strateška ulaganja u inovacije i tehnološki razvoj, kako bi se dugoročno osigurala održiva konkurentnost i rast. Unatoč ovim preprekama, zeleni poslovni modeli omogućuju stvaranje održive vrijednosti za tvrtke, potrošače i širu zajednicu te značajno doprinose ostvarivanju globalnih ciljeva održivog razvoja. U konačnici, oni predstavljaju put prema otpornijem, pravednijem i ekološki prihvatljivijem gospodarstvu, čime postaju ključan alat za budućnost održivog poslovanja.

LITERATURA

1. Bhardwaj, A. K., Garg, A., Ram, S. i Gajpal, Y. (2020). Research trends in green product for environment: A bibliometric perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(22).

2. Cohen, N., Philipsen, D. i Robbins, P. (2011). *Green business: An A-to-Z guide*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
3. Čekanavičius, L., Bazyte, R. i Dičmonaitė, A. (2014). Green business: Challenges and practices. *Ekonomika, 93*(1), 74-88.
4. Ferraz, S. B., Buhamra, C., Laroche, M. i Veloso, A. R. (2017). Green products: A cross-cultural study of attitude, intention and purchase behavior. *Revista de Administração Mackenzie, 18*(5), 12-38.
5. Geissdoerfer, M., Vladimirova, D. i Evans, S. (2018). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of Cleaner Production, 198*, 401-416.
6. Kane, G. (2010). *The three secrets of green business: Unlocking competitive advantage in a low carbon economy*. London: Earthscan.
7. Karagülle, A. Ö. (2012). Green business for sustainable development and competitiveness: An overview of Turkish logistics industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 41*, 456-460.
8. Midžić Kurtagić, S., Blažević, R., Sijarić, A i Markotić, E. (2024). *Zeleni poslovni modeli u metaloprerađivačkoj industriji*. Sarajevo: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
9. Nordic Council of Ministers (2010). *Green paper: Green business models in the Nordic region - A key to promote sustainable growth*. Copenhagen: Danish Ministry for Economic and Business Affairs.
10. Sachdeva, S., Jordan, J. i Mazar, N. (2015). Green consumerism: Moral motivations to a sustainable future. *Current Opinion in Psychology, 6*, 34-39.
11. Solesvik, M. Z., Torgersen, M., Andersson, G. i Valter, P. (2022). Green business models: Definitions, types, and life cycle analysis. *Forum Scientiae Oeconomia, 10*(4), 147-162.
12. Sommer, A. (2012). *Managing green business model transformations*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
13. Odeyemi, O., Mhlongo, N. Z., Elufioye, O. A. i Ugochukwu, C. (2024). Sustainable entrepreneurship: A review of green business practices and environmental impact. *World Journal of Advanced Research and Reviews, 21*(2), 346-358.
14. Olson, E. G. (2009). *Better green business: Handbook for environmentally responsible and profitable business practices*. Upper Saddle River: Wharton School Publishing.
15. Walther, D. (2009). *Green Business - das Milliardengeschäft: Nach den Dot-coms kommen jetzt die Dot-greens*. Weisbaden: Gabler.

ECO-BUSINESS IN THE LOCAL ECONOMY

EKO-BIZNIS U LOKALNOJ EKONOMIJI

Pregledni rad / Review paper

Assistant Professor Gabriela Daniela Bordeianu*

Mihnea GHERASIM, student*

Abstract

In the face of limited natural resources and the increasingly visible negative environmental impacts, sustainable development and the green economy have emerged as critical global objectives. This paper explores the role of businesses, particularly in Romania, in adapting to and contributing to sustainable practices in the local economy. Romania is striving to align its economic activities with international standards, while businesses are encouraged to adopt eco-friendly strategies. The concept of the green economy offers a framework for businesses to minimize environmental impacts and leverage new opportunities for growth through innovative technologies and energy efficiency. By embracing circular economy models, sustainable production, and responsible consumption, companies can not only improve their profitability but also enhance their brand reputation. The paper discusses the economic and environmental benefits of sustainability, highlighting key principles such as energy efficiency, waste reduction, and green policies. A case study is presented for a proposed digital platform, GreenTrack Bacău, which aims to foster local green transition by connecting citizens, authorities, and businesses to encourage eco-friendly behaviors and support the local economy. This initiative serves as an example of how digital technology can contribute to sustainability goals and can be scaled nationally after pilot testing. Through this approach, Romania and similar economies can make meaningful strides toward a greener, more sustainable future.

Keywords: *Green Economy, Sustainable Development, Circular Economy, Green Business, Romania, Digital Platform, Eco-Friendly Practices*

* George Bacovia University in Bacau, Romania, mail: gabriela.bordeianu@ugb.ro

* George Bacovia University in Bacau, Romania mihnea.gherasim@ugb.ro

1. INTRODUCTION

The world today is facing unprecedented challenges due to the rapid depletion of natural resources and the growing threat of environmental degradation. Climate change, pollution, and biodiversity loss are no longer distant concerns but immediate global crises that require urgent action. As the negative impacts on the environment become more evident, the need for sustainable development has reached the forefront of global discourse. The concept of a green economy—one that prioritizes ecological sustainability alongside economic growth—has gained traction worldwide as a potential solution to these pressing issues.

In this context, Romania is undergoing a transformative process to align its economy with international sustainable development standards. While the country has made strides in integrating environmental policies into various sectors, the business community remains a key player in achieving a more sustainable and resilient economy. Romanian businesses are increasingly recognizing the importance of adopting eco-friendly practices not only to reduce their environmental footprint but also to remain competitive in a rapidly changing global market. Moreover, the integration of sustainability in business strategies offers tangible economic benefits, including cost savings, improved brand reputation, and access to new growth opportunities.

This paper examines the role of businesses in fostering a sustainable local economy in Romania, with a particular focus on how green business practices can contribute to the country's transition toward a more sustainable future. By exploring the global context of sustainable development and the green economy, we provide an overview of how Romania can leverage its economic potential while addressing environmental challenges. The paper also presents a case study of a proposed initiative—GreenTrack Bacău—a digital platform designed to promote eco-friendly behaviors and support local businesses in their transition to a green economy. Through this initiative, we aim to highlight how technology can be a powerful enabler of sustainability, driving both economic and environmental benefits at the local level.

The following sections will explore key concepts related to the green economy, discuss the opportunities and challenges faced by Romanian businesses, and propose actionable solutions for integrating sustainable practices into the local economy. Ultimately, the paper emphasizes the importance of collaboration between businesses, authorities, and citizens in creating a sustainable and thriving future for both Romania and the world.

2. SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND THE GREEN ECONOMY: A STRATEGIC OVERVIEW

In the face of growing environmental challenges such as climate change, resource depletion, and pollution, the concepts of sustainable development and the green economy have emerged as pivotal drivers of global economic transformation. These concepts are particularly important for businesses operating in Romania, where there is an increasing recognition of the need to integrate sustainability into business models. As climate change and resource scarcity intensify, the global shift toward a green economy presents an opportunity for businesses to align their strategies with global sustainability goals while remaining competitive in a rapidly evolving market.

The concept of sustainable development is predicated on the idea of meeting present needs without compromising the ability of future generations to meet their own needs. In the business context, this requires companies to reevaluate their operations, reducing their ecological footprint while promoting economic growth. The transition to a green economy not only involves minimizing environmental damage but also creating new economic opportunities through sustainable practices. Businesses, especially in Romania, are beginning to recognize the significant economic potential of the green economy, as it aligns with the evolving preferences of consumers and policymakers, who increasingly prioritize eco-friendly products and services.

3. GLOBAL CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Natural resources are finite, and the environmental impact of human activities is becoming increasingly apparent. Global initiatives to address climate change, pollution, and biodiversity loss have gained momentum in recent years, signaling the urgent need for systemic change. The European Union’s Green Deal and other international agreements highlight the importance of transitioning to a green economy to safeguard environmental and public health. Romania, in this context, is striving to meet international sustainability standards, with businesses playing a critical role in this transformation. Companies are not only adopting greener practices but also positioning themselves as active contributors to the sustainable development agenda.

4. GREEN ECONOMY AND BUSINESS OPPORTUNITIES

The green economy offers a framework where businesses can operate in harmony with the environment, ensuring long-term sustainability while unlocking new growth opportunities. For companies in Romania, this transition presents significant opportunities to innovate and adopt more sustainable business practices. Investments in renewable energy, waste management, and energy-efficient technologies not only reduce operational costs but also enhance competitiveness in both local and international markets.

In Romania, businesses are increasingly aware of the need to embrace sustainable practices, driven by regulatory pressures and market demands. By investing in green technologies and improving resource efficiency, businesses can gain a competitive advantage, boost profitability, and enhance their brand image. In addition, adopting circular economy principles—such as reducing waste, reusing materials, and recycling—can further strengthen the sustainability of business models.

5. THE IMPORTANCE OF SUSTAINABLE BUSINESSES IN TODAY'S ECONOMY

Sustainable businesses are crucial to the ongoing transformation of the global economy. By adopting eco-friendly practices, these businesses contribute to the protection of natural resources, while simultaneously enjoying tangible economic benefits. Consumers today are more informed and inclined to support companies that demonstrate a commitment to environmental sustainability. As a result, businesses that prioritize sustainability not only reduce their environmental footprint but also increase their market appeal and brand loyalty.

The adoption of sustainable business strategies brings numerous economic advantages, including:

- **Cost Reduction**: Through energy efficiency improvements and waste reduction, businesses can significantly lower operational costs.
- **Market Expansion**: The growing demand for eco-friendly products opens new markets and opportunities for growth.
- **Brand Reputation**: Companies that invest in sustainability are more likely to enhance their reputation, attracting consumers who value environmental responsibility.

6. DEVELOPING AN ECO-FRIENDLY BUSINESS PLAN

To capitalize on the benefits of sustainability, businesses must develop comprehensive eco-friendly business plans. These plans should focus on reducing carbon emissions, minimizing resource use, and complying with environmental regulations. A well-structured plan will not only help businesses reduce their environmental impact but also position them as leaders in the green economy.

A key aspect of sustainable business planning is the integration of circular economy principles, which emphasize the importance of reducing waste through practices such as reuse, recycling, and reducing consumption. Businesses that implement these practices are able to maintain high product quality while minimizing their environmental footprint.

7. PILLARS OF A SUSTAINABLE GREEN ECONOMY MODEL

A sustainable green economy model integrates ecological principles across all sectors of the economy, aiming for economic growth without compromising environmental health. Key pillars of such a model include:

- **Sustainable Production**: This involves energy efficiency, use of renewable resources, and reducing carbon emissions through greener manufacturing processes.
- **Responsible Consumption**: Promoting eco-friendly products, educating consumers on the environmental impact of their choices, and fostering practices like sharing and reusing.
- **Green Policies and Governance**: Governments play a pivotal role by offering subsidies for clean technologies, implementing regulations to limit pollution, and incentivizing sustainable business practices.
- **Green Investments**: Financing initiatives such as green bonds and supporting eco-innovative startups are essential to driving the green transition.
- **Social Inclusion**: Ensuring that the benefits of a green economy are accessible to all, including the creation of green jobs and fair transitions for workers in traditional, polluting industries.

8. IMPLEMENTING CIRCULAR ECONOMY PRACTICES

One of the most effective ways for businesses to reduce their environmental impact is by adopting circular economy principles. This model focuses on

extending the lifecycle of products by reusing, recycling, and reducing consumption. In practice, businesses can implement circular strategies such as offering products made from recycled materials, establishing return programs, and encouraging consumers to recycle or upcycle. By integrating these practices into their operations, businesses can contribute to a more sustainable future while maintaining competitive advantage.

9. CASE STUDY: GREENTRACK BACĂU – A DIGITAL PLATFORM FOR LOCAL GREEN TRANSITION

To illustrate how technology can support the green economy, we propose the GreenTrack Bacău project. This digital platform aims to transform Bacău into a regional hub for the green economy by connecting citizens, authorities, local farmers, recyclers, and renewable energy prosumers. The project's vision is to create a local ecosystem that promotes eco-friendly behaviors and facilitates the transition to a green economy at the community level.

9.1. Project Vision and Development Stages

GreenTrack Bacău will utilize technology to encourage sustainable behaviors through gamification and to support local businesses such as organic producers, recyclers, and social enterprises. The project will proceed in several phases:

- **Phase 1**: Research and validation, including local needs assessments and online surveys.
- **Phase 2**: Design and planning, including defining MVP (Minimum Viable Product) features and user interface design.
- **Phase 3**: MVP development, with modules for eco-friendly mapping, a marketplace, and local impact reporting.
- **Phase 4**: Launch and promotion, with a local campaign to engage schools, NGOs, and citizens.
- **Phase 5**: Expansion and scaling, refining the platform based on feedback and preparing it for replication in other cities.

9.2. General objectives

General objectives are:

- Create a local digital sustainability ecosystem (MVP in 6 months) – Entrepreneurs familiar with the Lean Startup methodology know the

concept of MVP – minimum viable product. It defines the minimum set of features a business idea needs to be released and tested by users. The product must be functional, having only basic features that can be tested for usefulness.

- Encourage eco-friendly behaviors through technology and gamification
- Support the local economy (organic producers, recyclers, social initiatives)
- National scalability after pilot testing in Bacău

9.3. Business Development Stages

Phase 1: Research and Validation (0–2 months)

- Local needs assessment (interviews with farmers, recyclers, NGOs, citizens)
- Online survey to test interest

Potential Partners in Bacău

- Bacău City Hall (for data and public support)
- "George Bacovia" and "Vasile Alecsandri" Universities (IT + eco collaboration)
- ADIS Bacău (waste collection data)
- Community Support Foundation
- Local organic producers, workshops, farmer associations
- NGOs: Bacău Environmentalists, Totul Verde Association

Phase 2: Design and Planning (2–3 months)

- Defining MVP functionalities
- UI/UX design
- Technology selection (React, Node.js, Firebase, etc.)
- Team structuring and task assignment

Phase 3: MVP Development (4–6 months)

- Green map module + eco marketplace
- Interface for local impact reporting (gamification)
- Educational section + local content
- Community testing + active feedback

Phase 4: Launch & Promotion (6–8 months)

- Local promotion campaign (schools, NGOs, social media)
- Collaboration with local media
- Public beta launch in Bacău
- Feedback and fast iterations

Phase 5: Expansion and Scaling (9–12 months)

- Improvement based on feedback
- Integration of external APIs (e.g., ANRE, Google Maps, InfoCons)
- Creating a replicable model for other cities

Table 1. Budget Draft (for one year)

Component	**Estimated Cost**
Dev team salaries (4 people)	€35,000
Design + branding	€3,000
IT infrastructure (servers, API)	€2,000
Local promotion	€3,000
Testing and local partnerships	€2,000
Community training + workshops	€2,000
Total	**€47,000**

Possible Funding Sources

- PNRR Grants – Component 10: Local Fund for Digitalization
- Start-up Nation Romania (green/IT component)
- Norwegian Funds (Active Citizens Fund)
- CSR sponsorships (e.g., Dedeman, local companies)
- Local crowdfunding + community participation

Sustainable businesses positively impact the environment and communities. By adopting green practices, they help:

- Reduce pollution and waste
- Create stronger and healthier communities
- Support the circular economy and reduce resource consumption
- Sustainability Strategies for Green Businesses

10. CONCLUSION

The green economy presents a transformative opportunity for businesses in Romania to adapt to changing market dynamics while contributing to a more sustainable future. By embracing sustainable practices, adopting circular economy models, and leveraging technological innovation, businesses can reduce their environmental footprint, improve profitability, and enhance their competitiveness. The GreenTrack Bacău initiative exemplifies how digital solutions can play a pivotal role in driving local green transitions and shaping the future of Romania's sustainable economy.

REFERENCES

1. Emilian Dobrescu, Lucian-Liviu Albu, 2005, *Sustainable Development in Romania. Medium and Long-Term Models and Scenarios*, Expert Publishing House, Bucharest
2. Sabin Chis, 2024, *Fundamentals and Strategies for Promoting Sustainable Development. An Analysis of the Circular Economy and Education for Sustainability*, Pro Universitaria Publishing, Bucharest
2. https://ambusiness.ro/dezvoltarea-durabila-si-economia-verde-cum-influenteaza-afacerile-in-2024/
3. https://business-infocons.ro/business-infocons-afaceri-si-partenreiate-consultanta-si-solutii-resurse/afaceri-sustenabile-cum-sa-construiesti-un-business-verde-si-profitabil/
4. https://futureeconomy.ro/

EPIDEMIOLOŠKE POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA

EPIDEMIOLOGICAL CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE

Pregledni rad / Review paper

Prof.dr. Irmelina Karić*
Željana Šikuljak, student*

Sažetak

Klimatske promjene sve više prijete zdravlju ljudi kroz različite mehanizme djelovanja. Porast globalne temperature dovodi do češćih toplotnih valova koji povećavaju smrtnost, posebno među starijom populacijom i hroničnim bolesnicima. Ekstremne vremenske neprilike, poput poplava i suša, izazivaju direktne povrede, prekide u zdravstvenim uslugama i pogoršanje životnih uslova. Klimatske promjene također doprinose širenju zaraznih bolesti, jer toplije i vlažnije okruženje pogoduje razmnožavanju vektora poput komaraca. Uz to, mentalno zdravlje stanovništva biva narušeno uslijed nesigurnosti, gubitaka i stresa izazvanih klimatskim krizama. Povećanje koncentracije alergena i zagađivača u zraku pogoršava simptome alergija i respiratornih bolesti. Rad ističe važnost integrisanog pristupa u praćenju i ublažavanju uticaja klimatskih promjena na zdravlje ljudi, s fokusom na preventivne mjere i jačanje otpornosti zdravstvenih sistema.

***Ključne riječi**: klimatske promjene, zdravlje, zarazne bolesti, mentalno zdravlje, respiratorne bolesti, alergije, javno zdravstvo*

Abstract

Climate change increasingly threatens people's health through various mechanisms of action. The increase in global temperature leads to more frequent heat waves that increase mortality, especially among the elderly population and the chronically ill. Extreme weather events, such as floods and droughts, cause direct injuries, interruptions in health services and deterioration of living conditions. Climate change also contributes to the spread of infectious diseases, as a warmer and wetter environment favors the breeding of vectors such as

* Visoka škola „CEPS – Centar za poslovne studije“ Kiseljak, mail: irmelina.karic@ceps.edu.ba
* Visoka škola „CEPS – Centar za poslovne studije“ Kiseljak, mail: zzeljana.petkovic@gmail.com

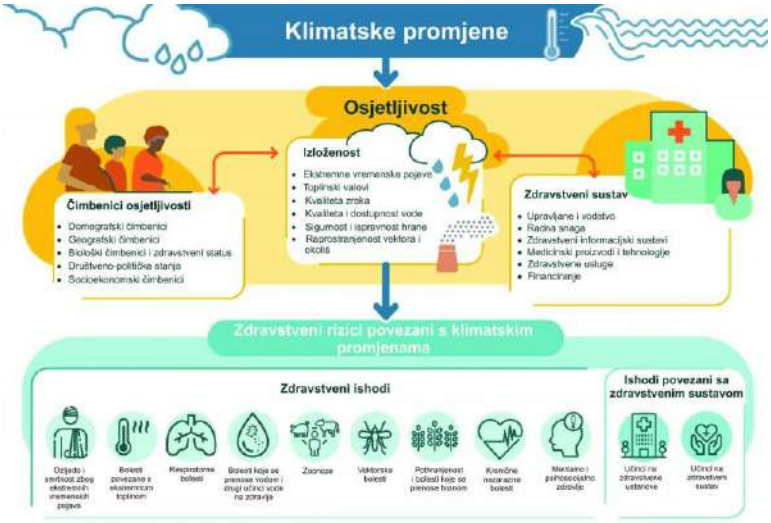
mosquitoes. In addition, the mental health of the population is damaged due to insecurity, losses and stress caused by climate crises. An increase in the concentration of allergens and pollutants in the air worsens the symptoms of allergies and respiratory diseases. The paper emphasizes the importance of an integrated approach in monitoring and mitigating the impact of climate change on human health, with a focus on preventive measures and strengthening the resilience of health systems.

Key words: *climate change, health, infectious diseases, mental health, respiratory diseases, allergies, public health*

1. UVOD

U posljednje vrijeme postajemo više nego ikad svjesni klime koja nas okružuje, kao i činjenice da se ona mijenja. Klimatske promjene velika su prijetnja zdravlju ljudi, životinja i biljaka. Iako klima koja se mijenja možda neće prouzročiti mnoge nove ili nepoznate prijetnje zdravlju, postojeći će se učinci pogoršati i biti izraženiji nego sad. Hoćemo li naposljetku postati žrtvom svoje nepromišljenosti i nezasitnosti, pokazat će vrijeme. Od nekih nepovoljnih promjena već i danas teško možemo pobjeći. Predviđa se da će među najznačajnijim učincima budućih klimatskih promjena na zdravlje biti:

- povećanje smrtnosti i morbiditeta (bolesti) povezanih s ljetnim vrućinama
- smanjenje smrtnosti i morbiditeta (bolesti) povezanih sa zimskim hladnoćama
- povećanja rizika od nesreća i utjecaja ekstremnih vremenskih prilika (poplava, požara i oluja) na opću dobrobit
- promjene utjecaja bolesti, npr. vektorskih bolesti ili bolesti koje prenose glodavci ili se prenose hranom ili vodom
- promjene sezonske raspodjele nekih alergenih vrsta peluda te rasprostranjenosti virusa, štetnih organizama i bolesti
- nove bolesti životinja i bolesti životinja koje se ponovno pojavljuju, koje sve više ugrožavaju zdravlje životinja i ljudi u Europi putem bolesti virusne zoonoze i vektorskih bolesti
- pojava i ponovna pojava organizama štetnih za bilje (kukaca, patogena i drugih štetnih organizama) i bolesti koje pogađaju šumske i ratarske sustave
- rizici povezani s promjenama u kvaliteti zraka i ozonu (European Commission, 2024).



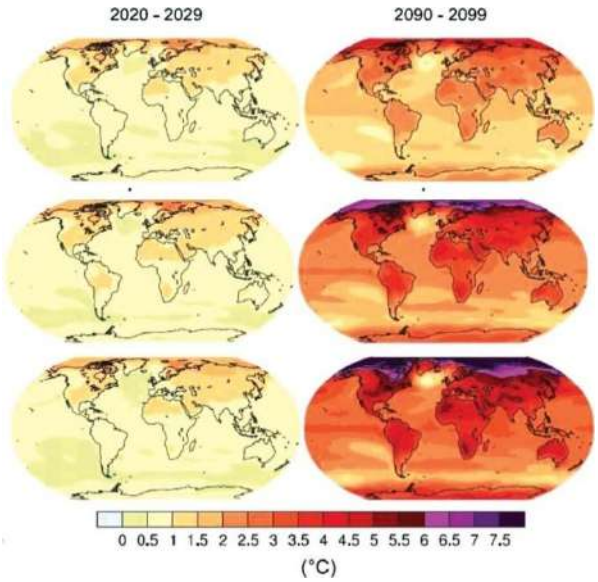
Slika 1. Klimatske promjene
Izvor:https://www.zzjzdnz.hr/zdravlje/okolis-i-zdravlje

Posljednjih decenija , ljudska aktivnost je u velikom mjeri uticala na staništa i prirodne resurse od kojih zavisi čovječanstvo.Izvještaj o životu na planeti 2018. usredsređen je na važnost i na vrijednost prirode za zdravlje i dobrobit ljudi, kao i za dobrobit našeg društva i privrede. Globalno priroda obezbjeđuje svjež vazduh, čistu vodu, hranu, energiju, lijekove i drugw proizvode i materije (Eko list, 2007).

2. UTICAJ PORASTA TEMPERATURE NA ZDRAVLJE LJUDI

Stručnjaci su uspjeli izmjeriti ono što svake godine sve više osjećamo - temperatura zraka u posljednjih stotinu godina globalno je porasla za 0,6 Celzijevih stupnjeva, što u najvećoj mjeri možemo pripisati sve snažnijem utjecaju efekta staklenika. Rast temperature može biti poguban na ljudski život i direktno i indirektno, bilo putem čisto prirodnih pojava koje slijede porast temperature, bilo povratkom starih, rasplamsavanjem postojećih ili pojavom novih bolesti. Ekstremna izloženost toplini povezana je s prijevremenim porodom, malom porođajnom težinom, kardiovaskularnim i respiratornim bolestima, ishemijskim moždanim udarom, zatajenjem bubrega, lošim mentalnim zdravljem i nasiljem. Djeca su među najosjetljivijima na bolesti uzrokovane vrućinom. Ostavljanje djeteta bez nadzora u parkiranom vozilu vodeći je i potpuno spriječiv uzrok smrtnosti uzrokovane vrućinom kod djece u

dobi od 14 godina i mlađe. Adolescenti i mladi odrasli koji se bave sportovima na otvorenom suočavaju se s rastućim rizicima od bolesti uzrokovanih vrućinom, pa čak i smrti. Starije odrasle osobe također su vrlo osjetljive na bolesti povezane s vrućinom zbog oslabljene termoregulacije, kronične bolesti, uzimanja lijekova, društvene izolacije i kognitivnog oštećenja. Ljudi stariji od 55 godina odgovorni su za gotovo 60% smrti povezanih s vrućinom i većinu srčanih smrti tijekom valova vrućine (American Academy of Family Phycians, 2023).



Slika 2. Porast temperature
Izvor :https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3617647/

Na slici vidimo porast temperature za planeti Zemlji u rasponu od 2020 – 2099 godine

Savjeti kako se zaštititi:

- prikladno se odjenite - uvijek je potrebno imati mjeru, stoga se nemojte niti prelagano niti predebelo oblačiti u odnosu na vanjsku temperaturu zraka
- zaštitite se od opeklina i raka kože - posebno su osjetljivi dijelovi tijela izloženi suncu. Nosite šešir sa širokim obodom, a ne zaboravite zaštititi niti vrat.
- zaštitite svoje oči - kada je sunce jako, ne gledajte na sunčane naočale samo kao na modni detalj, već kao na zaštitu vlastitog zdravlja
- pijte dovoljno tekućine za vrijeme visokih temperatura - dehidracija organizma dogodi se vrlo brzo, a posljedice mogu biti pogubne

- pratite biometeorološku prognozu, pogotovo ako ste kronični bolesnik - tako ćete se na vrijeme moći pripremiti na dolazak nepovoljnih prilika (Pliva zdravlje, 2008).

3. UTICAJ EKSTREMNIH NEPRILIKA NA ZDRAVLJE LJUDI

S kontinuiranim zagrijavanjem, predviđa se da će svaka globalna regija iskusiti povećanu učestalost i intenzitet ekstremnih vremenskih prilika, uključujući događaje s velikim oborinama, tropske ciklone, poplave i zimske oluje. U periodima s velikim oborinama poplave najugroženiji biti ljudi koji žive uz obalu mora ili pored obale rijeke. Pritom je važno napomenuti da su znanstvenici ustvrdili kako se zdravstveni problemi vezani uz poplave najviše odražavaju na psihičkom statusu pojedinaca, budući da se stradalnici teško mire s pretrpljenim strahom i dalekosežnim ekonomskim posljedicama. Ekstremne oborine i poplave rezultiraju morbiditetom i mortalitetom od traumatskih ozljeda, utapanja, ozljeda tijekom prijevoza, egzacerbacija kroničnih bolesti, raseljavanja, psihološkog stresa, izloženosti otrovima, kontaminacije vode, izbijanja zaraznih bolesti i pothranjenosti (European Environment Agency, 2022). Uz sve negativnosti, sezonske poplave mogu imati i neke pozitivne učinke na bioraznolikost, kao što su obnova ekosustava, poticanje razmnožavanja, migracija i širenja pojedinih autohtonih vrsta.U razdoblju od 1980. do 2022. u 32 europske zemlje zabilježena su 5582 smrtna slučaja povezana s poplavama . Već danas svaki osmi Europljanin živi u područjima u kojima potencijalno može doći do riječnih poplava, a oko 30 % ljudi u južnoj Europi suočava se s trajnim nedostatkom vode (European Environment Agency, 2022).



Slika 3. Rijeke i poplave
Izvor https://crorivers.com/obrana-od-poplava/

4. ZARAZNE BOLESTI IZAZVANE KLIMATSKIM FAKTORIMA

Rastuće globalne temperature i promjene u obrascima padalina mijenjaju ekološku pogodnost za brojne zarazne bolesti i uzročnike koji izazivaju zabrinutost, kao i njihovu geografsku distribuciju. Klimatske promjene već su potaknule proširenu raspon i povećano opterećenje bolestima koje prenose krpelji (npr. lajmska bolest) u Sjedinjenim Državama. Predviđa se da će rizik od povećane distribucije i prijenosa bolesti koje prenose krpelji nastaviti rasti kako ljeta u Sjevernoj Americi budu postajala duža i toplija. Rizici za povećani teret i geografsku distribuciju gljivičnih bolesti (npr. dolinska groznica), bolesti koje se prenose vodom (npr. vibrioza) i bolesti koje prenose komarci (npr. malarija, denga groznica, virus zapadnog Nila, encefalitis) također su osjetljivi na klimu i prijete ljudskom zdravlju. Učinci klimatskih promjena na zarazne bolesti mogu neproporcionalno utjecati na ljude koji žive i rade na otvorenom, kao i na domorodačko stanovništvo i zajednice koje se oslanjaju na lov i sakupljanje za preživljavanje. Štoviše, vektorske bolesti osjetljive na klimu mogu biti posebno štetne za trudnice, pridonoseći fetalnim anomalijama i drugim nepovoljnim zdravstvenim ishodima majke i djeteta. Javnozdravstvene intervencije i ulaganja u mjere prilagodbe klimi mogu smanjiti teret zaraznih bolesti osjetljivih na klimu. Neophodno je imati zdravstvenu radnu snagu informiranu o klimi koja je sposobna dijagnosticirati i upravljati zaraznim bolestima osjetljivim na klimu i koja se može učinkovito integrirati u sustave javnog zdravstva koji promiču zdravlje zajednice (American Academy of Family Phycians, 2023). Promjenjivi klimatski uvjeti postaju pogodniji za pojavu i prijenos zaraznih bolesti osjetljivih na klimu, kao što su malarija, denga groznica ili groznica zapadnog Nila, povećavajući pritom i rizik od njihova prijenosa na prethodno nezahvaćena područja Europe, poput sjevernih regija. Predviđeno produljenje sezone prijenosa i šira distribucija vrsta komaraca koje djeluju kao prijenosnici malarije i denga groznice, u kombinaciji sa sve većim brojem slučajeva bolesti koje uvoze putnici, povećavaju vjerojatnost lokalnih izbijanja. Ljudi koji rade u poljoprivredi, šumarstvu ili hitnim službama mogu biti izloženi većem riziku od zaraze nekom od tih bolesti, a starije osobe, mala djeca i oni s kompromitiranim imunosnim sustavom mogu biti teže pogođeni ako se zaraze. Zagrijavanje morske vode također je sve pogodnije za opasnu bakteriju vibrio koja se nalazi u ribama i školjkama, posebno duž obale Baltičkog mora. Izloženost bakteriji može prouzročiti ozbiljnu bolest. Učinkovito praćenje vrsta koje nose ili prenose ove bolesti te nadzor bolesti pomogli bi razvoju sustava ranog

upozorenja i odgovora te boljoj ciljanoj kontroli vrsta prijenosnika ili cijepljenja (European Environment Agency, 2022).

5. UTICAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA MENTALNO ZDRAVLJE

Povezanost psihičkih poteškoća s klimatskim promjenama je složena i klimatske promjene mogu utjecati na mentalno zdravlje nizom izravnih i neizravnih puteva. Izravne učinke na mentalno zdravlje ima neposredno djelovanje klimatskih promjena, koje uključuju ekstremnu toplinu, poplave, oluje, porast razine mora, suše i požare, dok okolinske i socioekonomske promjene, kao što su nezaposlenost, poteškoće smještaja i ekonomske poteškoće djeluju kao neizravne posljedice. Kao reakcije na klimatske promjene može se javiti niz emocionalnih stanja, od osjećaja manjeg distresa i anksioznosti, do kliničkih poremećaja poput posttraumatskog stresnog poremećaja, poremećaja prilagodbe, anksioznih poremećaja, poremećaja raspoloženja i poremećaja spavanja. Klimatske promjene utječu na osnovne potrebe i korištenje usluga u zajednici te mogu negativno utjecati na osjećaje osobne autonomije i kontrole. Ljudi mogu imati osjećaj distresa i nepovjerenja u sustav s obzirom na ono što smatraju „klimatskim nedjelovanjem“. Svjedočenje polaganim učincima klimatskih promjena dovodi do zabrinutosti za budućnost, osjećaja bespomoćnosti, gubitka i frustracije jer se osobe mogu osjećati nesposobnima zaustaviti klimatske promjene Promjene povezane s klimom mogu dovoditi i do napetosti u međuljudskim odnosima i porasta nasilja među intimnim partnerima (Mužurić, Marinić 2023).

6. UTICAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA ALERGIJE I RESPIRATORNE BOLESTI

Klimatske promjene direktno utiču na zdravlje ljudi kroz različite mehanizme, uključujući povećanje učestalosti bolesti, lošiju kvalitetu zraka i vodnih resursa, te povećanu smrtnost zbog ekstremnih vremenskih uvjeta (IPCC, 2022).
Osim toga, klimatske promjene utiču na pojavu respiratornih bolesti kao što su astma i bronhitis, jer zagađivači iz zraka postaju prisutniji uslijed klimatskih promjena (Patz, J. A., et al., 2000). Nepovoljni utjecaji klime na zdravlje pogoršani su povećanom i neplanskom urbanizacijom, kontaminacijom vode i zraka te povećanjem atmosferskih stakleničkih plinova. Posljednjih se godina sve više naglašava povezanost klimatskih promjena s respiratornim alergijama, s obzirom na to da alergijske bolesti postaju prevladavajuće bolesti modernog doba. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, veliki broj ljudi ljudi

širom svijeta pati od astme koja može biti izazvana različitim faktorima - između ostaloga i alergenim peludom. Promjene u fenološkom ciklusu biljaka utječu na učestalost i težinu alergijskih bolesti. S aerobiološkog aspekta, zanimljivo je proučavati kako potencijalni utjecaji klimatskih promjena utječu na biljke, a samim time i na količinu alergenog peluda u zraku te njegovu distribuciju, jer se pelud smatra osjetljivim bioindikatorom reakcija biljaka na klimatske promjene. Reakcije biljaka očituju se i kroz izmjene rasta i reproduktivnog obrasca, promjene u prinosu i/ili produktivnosti te promjene u rasprostranjenosti. Zagrijavanje atmosfere i povećanje atmosferskog CO2 utječu na produktivnost biljaka, što se očituje u kumulativnoj godišnjoj koncentraciji peluda određene vrste. Najbolji je primjer biljka ambrozija. Povećanjem broja cvjetnih klasova po biljci istovremeno se povećava produkcija alergenog peluda, trajanje sezone polinacije se produžuje, a time i izloženost alergenu. U mnogim europskim gradovima je zamijećen trend povećanja alergijskog rinitisa i alergijske astme, iako se zbog značajne redukcije travnatih površina koncentracija peluda trava u zraku smanjila i za 40 posto. Porast alergijskih bolesti pripisuje se utjecaju onečišćenja iz zraka. Također, klimatske promjene mogu olakšati geografsko širenje pojedinih biljnih vrsta na nova područja čim ona postanu klimatski pogodna (Pliva zdravlje, 2008).

7. INTEGRIRANI PRISTUP U PRAĆENJU I UBLAŽAVANJU UTICAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA ZDRAVLJE LJUDI

Zdravstveni uticaji klimatskih promjena ne mogu se posmatrati izolovano, jer su uzroci i posljedice višestruki i međusobno povezani. Zbog toga je nužan integrirani, odnosno međusektorski pristup koji uključuje saradnju između sektora javnog zdravstva, okoliša, urbanizma, obrazovanja i kriznog menadžmenta. Ovaj pristup omogućava sveobuhvatno praćenje klimatskih faktora koji utiču na zdravlje (kao što su porast temperatura, zagađenje zraka, promjene u biodiverzitetu) i povezivanje tih podataka s pojavom i distribucijom bolesti (World Health Organization, 2021). Interdisciplinarna saradnja omogućava ranu detekciju zdravstvenih prijetnji, bržu reakciju na ekstremne vremenske događaje, te razvoj adaptivnih mjera koje mogu ublažiti negativne posljedice. Na primjer, razvoj sistema ranog upozoravanja na toplotne valove i prilagođavanje infrastrukture zdravstvenih ustanova predstavlja ključni segment zaštite najranjivijih grupa, uključujući starije osobe, djecu i hronične bolesnike (IPCC, 2022). Pored tehničkih mjera, integrirani pristup uključuje i strateško planiranje, donošenje politika zasnovanih na dokazima, edukaciju zdravstvenih radnika i informisanje građana o rizicima i načinima zaštite.

Poseban fokus stavlja se na jačanje otpornosti zdravstvenih sistema, što podrazumijeva spremnost na hitne situacije, pristup osnovnim zdravstvenim uslugama, te promociju zdravog načina života kao preventivne strategije (Haines and Ebi, 2019; Watts et al., 2023). Bez sinergije između sektora i kontinuiranog prikupljanja i analiziranja podataka, zdravstveni sistemi neće biti u mogućnosti efikasno odgovoriti na sve kompleksnije izazove koje donosi klimatska kriza.

8. ZAKLJUČAK

Klimatske promjene predstavljaju rastuću prijetnju zdravlju ljudi širom svijeta. Njihovi uticaji su višestruki – od direktnih posljedica poput toplotnih talasa i ekstremnih vremenskih neprilika, do indirektnih posljedica u vidu širenja zaraznih bolesti, pogoršanja mentalnog zdravlja i porasta respiratornih tegoba. Posebno su ugrožene ranjive grupe kao što su djeca, starije osobe, hronični bolesnici i stanovništvo u siromašnim područjima. Upravljanje ovim izazovima zahtijeva integrirani pristup koji povezuje različite sektore i nivoe djelovanja – od lokalne zajednice do globalnih institucija. Jačanje otpornosti zdravstvenih sistema, edukacija stanovništva, unapređenje urbanog planiranja i uvođenje mjera adaptacije ključni su koraci u ublažavanju negativnih efekata klimatskih promjena na zdravlje. Zdravlje ljudi mora biti u središtu klimatskih politika. Samo kroz saradnju, prevenciju i pravovremeno djelovanje moguće je očuvati zdravlje sadašnjih i budućih generacija u uslovima promjenjive klime.

LITERATURA

1. American Academy of Family Phycians, 2023. Climate Change and Environmental Health. https://www.aafp.org/about/policies/all/climate-change-environmental-health.html (pristupljeno 11.04.2025)
2. Eko list, broj 1, godina 1, 2007. Udruženje građana „Zeleni krug“. Tuzla. https://www.google.com/search?q=Eko+list%2C+broj+1(pristupljeno 11.04.2025)
3. European Commission, 2024. Climate report shows the largest annual drop in EU greenhouse gas emissions in decades:https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_hr (pristupljeno 11.04.2025)
4. European Environment Agency, 2022. Climate change as a threat to health and well-being in Europe: focus on heat and infectious diseases:

https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/climate-change-impacts-on-health (pristupljeno 11.04.2025)

5. Haines, A. and Ebi, K., 2019. The imperative for climate action to protect health. New England Journal of Medicine, 380(3), pp.263–273.
6. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press.
7. IPCC, 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
8. L . Mužurić Marinić 2023. Uticaj klimatskih promjena na mentalno zdravlje Socijalna psihijatrija. Klinička bolnica Dubrava. Zagreb
9. Patz, J. A., et al., 2000. Climate Change and Infectious Disease: What Can We Expect? Environmental Health Perspectives, 108(7), pp. 545-553.
10. Pliva zdravlje, 2008. Utjecaj klimatskih promjena na zdravlje. https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/14127/Utjecaj-klimatskih-promjena-na-zdravlje.html (pristupljeno 11.04.2025)
11. Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K., et al., 2023. The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. The Lancet, 402(10416), pp.1861–1901.
12. World Health Organization, 2021. Climate change and health. Geneva: WHO. Available at: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health (pristupljeno 25 Apr. 2025).

ULOGA DRUŠTVENIH MREŽA U PROMOCIJI TURISTIČKE DESTINACIJE

THE ROLE OF SOCIAL MEDIA IN THE PROMOTION OF A TOURIST DESTINATION

Professional paper / Stručni rad

Prof. VŠ dr. Mia Glamuzina*
Pred. VŠ Maja Gakić*
Anđela Čuljak, student*

Sažetak

Turističke destinacije sve više koriste društvene mreže za promociju, uz pomoć marketinških timova koji prikazuju atraktivne i ažurne informacije. Kvalitetne fotografije i recenzije na platformama poput Facebooka, Instagrama i Twittera pomažu turistima da vizualiziraju odredište prije posjeta. Društveni mediji postali su ključan alat za ciljani marketing u turizmu. U fokusu je promocija Dubrovnika, koji ima dobru prisutnost na spomenutim mrežama, ali slabiju na YouTube-u i blogovima, iako i ti kanali imaju potencijal. Preporučuje se dodatno ulaganje u te platforme kako bi se dosegnuli različiti profili turista. Analiza pokazuje da Turistička zajednica Dubrovnika pruža kvalitetniju promociju, nudeći korisne informacije o dolasku, znamenitostima i gastronomiji. Zaključno, Dubrovnik uspješno koristi društvene mreže, ali postoji prostor za unaprjeđenje promocije putem manje iskorištenih kanala.

Ključne riječi: *turizam, turistička destinacija, promocija, društvene mreže, grad Dubrovnik*

Abstract

Tourist destinations are increasingly using social media for promotion, with marketing teams showcasing attractive and up-to-date information. High-quality photos and reviews on platforms such as Facebook, Instagram and Twitter help tourists visualize the destination before visiting. Social media has become a key

* Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru, mail: miaglamuzina@gmail.com
* Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru, mail: maja.gakic@logos-centar.com
* Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru, mail: andelaculjak8@gmail.com

tool for targeted marketing in tourism. The focus is on promoting Dubrovnik, which has a good presence on the aforementioned networks, but a weaker presence on YouTube and blogs, although these channels also have potential. Additional investment in these platforms is recommended in order to reach different tourist profiles. The analysis shows that the Dubrovnik Tourist Board provides better quality promotion, offering useful information on arrival, attractions and gastronomy. In conclusion, Dubrovnik successfully uses social media, but there is room for improvement in promotion through less used channels.

Keywords: *tourism, tourist destination, promotion, social networks, city of Dubrovnik*

1. UVOD

Turizam je društveni, kulturni i gospodarski fenomen koji podrazumijeva kretanje ljudi u zemlje ili mjesta izvan njihovog uobičajenog okruženja u osobne ili poslovne/profesionalne svrhe. Turistička destinacija je jedinstveno mjesto na kojem posjetitelj provodi najmanje jednu noć i izlaže turističke proizvode poput atrakcija, usluga podrške i turističkih resursa zajedno s definiranim upravljačkim, fizičkim i administrativnim granicama. Veoma važnu ulog ima promocija turističke destinacije kako bi se privukao veći broj posjetitelja. U današnje vrijeme, jedna od najpopularnijih platformi za promociju su društvene mreže. Društvene mreže također igraju značajnu ulogu u promociji turizma i pomažu pružateljima turističkih usluga da se usredotoče na najbolje prakse putem povratnih informacija koje dobivaju od turista i javnosti putem društvenih mreža. Društvene mreže smatraju se važnom strategijom za plasiranje turističkih proizvoda na tržište. U turističkoj industriji društvene su mreže izmijenile krajolik marketinga. Danas većina putnika svoje putničke planove određuje na temelju recenzija na društvenim mrežama, čineći internetsku uslugu kupcima presudnim dijelom izgradnje pozitivne reputacije marke. Stoga će se kroz rad fokus staviti na promociju turističke destinacije putem društvenih mreža.

2. POJAM I OBILJEŽJA TURIZAM I TURISTIČKE DESTINACIJE

Danas svaka zemlja u svijetu, bez obzira na stupanj svog razvoja, nastoji razvijati turizam. Jedna od najznačajnijih karakteristika suvremenog turizma je masovnost. Turizam je gospodarska uslužna djelatnost koja je sastavljena od

velikog broja čimbenika. Stoga, za suvremeni razvoj turizma, koji je nastao u uvjetima globalizacije, trebaju interdisciplinirana znanja ne samo sudionika turističke ponude već i svih snaga okruženja (Bevanda, Šantić, Bijakšić, 2019). Turizam je dinamična i konkurentna industrija koja zahtijeva sposobnost stalnog prilagođavanja promjenjivim potrebama i željama kupaca, jer su zadovoljstvo, sigurnost i užitak kupaca posebno u fokusu turističkih poduzeća. Početkom 21. stoljeća međunarodni je turizam postao jedna od najvažnijih gospodarskih aktivnosti na svijetu, a njegov je utjecaj postajao sve očigledniji (Gartner, 1996). Suvremeni turizam sve je intenzivniji, komercijalno organiziran, poslovno orijentiran skup aktivnosti čiji korijeni mogu biti na industrijskom i postindustrijskom zapadu. Turizam kao dio sektora usluga je postao važan izvor prihoda za mnoge regije pa čak i za čitavih zemalja. Turizam nudi širok raspon pogodnosti, uključujući ekonomske koristi za zemlje koje privlače velik broj posjetitelja, zbog novca koji troše ne samo na svoj stvarni boravak, već i na lokalna poduzeća. Također, između ostalog, osigurava velik broj poslova ljudima koji rade u prometnoj i ugostiteljskoj industriji. Štoviše, turizam može poboljšati odnose između nacionalnih država ili poduzeća, stvoriti mogućnosti za zabavu i rekreaciju i poboljšati vrijednost valute. Također može otvoriti mogućnosti kulturne razmjene, dok turistima može dovesti do poboljšane sreće, blagostanja i obrazovanja (Križman Pavlović, 2008).

2.1. Pojam i obilježja turističke destinacije

Neki su znanstvenici predstavili turističku destinaciju kao koncept upotpunjen definicijom, odnosno odredišta su mjesta koja su stvorila amalgam turističkih proizvoda i usluga čija je potrošnja pod zaštitnim imenom odredišta. Odredišta su geografski dobro definirana, a turisti ih razumiju kao jedinstvene cjeline i pokazuju nekoliko temeljnih odredbi. Te su odredbe pristupačnost, atrakcije, paket aranžmani i pomoćne usluge. Prema Svjetskoj trgovinskoj organizaciji (*World Trade Organization*), destinacija je jedinstveno mjesto na kojem posjetitelj provodi najmanje jednu noć i izlaže turističke proizvode poput atrakcija, usluga podrške i turističkih resursa zajedno s definiranim upravljačkim, fizičkim i administrativnim granicama (Križman Pavlović, 2008). Turistička destinacija pojam je novijega datuma u turističkoj terminologiji. Točnije, uvodi se 70-tih godina prošloga stoljeća. Definicija pojma turističke destinacije nužno naglašava da ona mora biti zemljopisno zaokružena cjelina koja raspolaže, za korisnike usluga, atraktivnim resursima i izgrađenom turističkom ponudom (Bijakšić, Markić, Bevanda, 2018). Imidž turističke

destinacije može se definirati i kao skup svih dojmova i percepcije koje pojedinac stvara o određenoj destinaciji. Pri tome, na stvaranje imidža utječu brojni čimbenici koji imaju različit intenzitet utjecaja. Međutim, graditi imidž turističke destinacije nije moguće bez pomoći turističkoga brenda. Nadmašena su razmišljanja da nas brend upućuje samo na dodirljive karakteristike te sve više dolaze do izražaja nedodirljive karakteristike brenda (Bijakšić, Markić, Bevanda, 2018). Povijesna mjesta često se smatraju turističkim destinacijama. Općenito, na tim se područjima dogodilo nešto od povijesnog značaja. Spomenici i bojišta mogu se smatrati povijesnim turističkim atrakcijama. Gettysburg, Pennsylvania dobar je primjer povijesnog turističkog odredišta. Ovaj je grad bio mjesto ključne bitke tijekom Američkog građanskog rata 1863. godine, a također je i mjesto poznate Gettysburške adrese predsjednika Abrahama Lincolna. Područja s lijepim ili neobičnim prirodnim tvorevinama također se mogu smatrati turističkim destinacijama. Posjetitelji ovih područja obično mogu vidjeti nevjerojatna prirodna čuda, poput slapova ili kanjona. Na primjer, svake godine milijuni turista iz cijelog svijeta posjete Niagarske slapove, turističku destinaciju koje se nalazi na granici Sjedinjenih Država i Kanade. Ovi veličanstveni slapovi smatraju se jednim od sedam svjetskih čuda prirode. Uzimajući u obzir privlačnu snagu atrakcija, destinacije možemo podijeliti na (Magaš i sur., 2018):

1. primarne destinacije
2. sekundarne destinacije.

Primarne destinacije raspolažu sa atrakcijama jake privlačne snage koje su prepoznate na međunarodnoj razini. Takve destinacije su glavni cilj putovanja turista u kojima se zadržavaju dulje vrijeme. Sekundarne destinacije raspolažu sa atrakcijama slabije privlačne snage. Takve destinacije nisu glavni cilj putovanja, nego ih turisti posjećuju na putu prema primarnim destinacijama. Sekundarne destinacije su uglavnom izletničke destinacije u kojima se turisti kraće zadržavaju, jer ne raspolažu sa atrakcijama koje bi turiste zadržali dulje vrijeme (Magaš i sur., 2018). Također destinacije se mogu podijeliti prema tipu, a to su (Morrison, 2013):

1. urbana,
2. morska,
3. planinske,
4. ruralna,
5. autentični treći svijet i
6. jedinstvena-egzotična-ekskluzivna.

Urbane destinacije privlače turiste različitih preferencija poput poslovnih, zdravstvenih, kulturnih i odmorišnih turista. Većina urbanih destinacija dobro je opremljena kongresnim i izložbenim prostorima (dvoranama) te potrebnom prijevoznom i smještajnom infrastrukturom kojom se olakšava organizacija većih događanja. Navedene destinacije također privlače i odmorišne turiste tijekom školskih praznika i vikenda, kada je prisutan manji broj poslovnih turista i vezanih događanja (Morrison, 2013). Primorske destinacije i ljetovališta služe turistima za odmor i rekreaciju. Takve destinacije turisti posjećuju i iz zdravstvenih razloga. Planinske destinacije privlače odmorišne turiste koji su ujedno ljubitelji zimskih sportova kao što su skijanje, no i turiste koje privlače prirodne atraktivnosti u svim godišnjim dobima. One također privlače turiste kao što su prirodoslovci, planinski biciklisti, šetači i sl (Crotts, Buhalis, March, 2000). Ruralni turizam se razvija vrlo brzo. Poljoprivrednici i seosko stanovništvo koriste postojeće želje turista za povratkom prirodi uz doživljaj autentičnih poljoprivrednih procesa. Stoga se poljoprivredni objekti često prilagođavaju turističkim aktivnostima. Odredišta u jedinstvenim zemljama (često Trećeg svijeta) često se nalaze izvan uobičajenih turističkih ruta. Turisti uživaju u autentičnim iskustvima u mjestima koja još uvijek imaju ograničen stupanj turističkog razvoja te često ne posjeduju potrebnu infrastrukturu za pružanje turističkih usluga (Morrison, 2013). Jedinstvene-egzotično-ekskluzivne destinacije iz razloga što nude autentično i dragocjeno iskustvo. Kao rezultat toga, ove destinacije promoviraju se kao "iskustvo koje se doživi jednom u životu" što je popraćeno i odgovarajućom razinom cijena (Morrison, 2013). Ove destinacije usredotočene su na turizam koji nije masovni, čime se pojavljuje potreba maksimiziranja prihoda po posjetitelju.

2.2. Atraktivnost turističke destinacije

Mnogi su atrakcije smatrali ključnim za turistički proces. Turističke atrakcije često su razlog posjeta određenoj destinaciji, pružaju aktivnosti i iskustva na destinaciji te sredstvo za prikupljanje znakova turističke potrošnje. Atrakcije su ključna komponenta turizma. Često ih nazivaju "turističkim atrakcijama" jer teže privlačenju turista. Atrakcije su mjesta, ljudi, događaji i stvari koji čine predmete turističkog pogleda i privlače turiste na odredišta. Uobičajeni primjeri uključuju prirodna i kulturna mjesta, povijesna mjesta, spomenike, zoološke vrtove i rezervate divljači, akvarije, muzeje i umjetničke galerije, vrtove, arhitektonske građevine, tematske parkove, sportske sadržaje, festivale i događaje, divlje životinje i ljude. Povijest atrakcija neraskidivo je povezana s razvojem turističke industrije (Mijočević, 2019).

Atrakcija postoji kada se stvori turistički sustav koji ga određuje i podiže u status atrakcije. Bilo koja rasprava o modelima turističke atrakcije bila bi nepotpuna bez razmatranja različitih metoda njihove klasifikacije. Tipologije atrakcija potrebne su potrebom za značajnim usporedbama mnogih različitih dijelova sektora atrakcija. Neke od najčešćih tipologija temelje se na dimenzijama poput kulturnih u odnosu na prirodna i stalna nalazišta u odnosu na privremene događaje. Neke tipologije kombiniraju ove dvije klasifikacije kako bi stvorile dvodimenzionalnu matricu atrakcija (Kincaid, 2003). Na primjer, kulturna mjesta mogu sadržavati tematske parkove, muzeje i povijesne zgrade, dok kulturna događanja mogu uključivati festivale i sportske događaje.

3. PROMOCIJA TURISTIČKE DESTINACIJE

Učinkovito upravljanje turističkom destinacijom zasniva se na koncepciji marketinga i marketinškoj komunikaciji destinacije s gostima. Organizacije koje upravljaju marketingom, a time i promocijom turističkih destinacija – destinacijske menadžment organizacije (eng. Destination Management Organizations – DMO), koriste sve elemente marketinškoga spleta, no najvažnije mjesto u promociji zauzimaju oglašivanje kao jednosmjerna i odnosi s javnošću kao dvosmjerna komunikacija između destinacije i potencijalnog gosta (Mijočević, 2019). U promociji turističke destinacije treba razlikovati tri različita aspekta korištenja imidža: kreiranje, prijenos i prihvaćanje tog imidža.99 Što se tiče kreiranja imidža za njega su uglavnom zadužene turističke institucije pojedine zemlje, a takav „službeni“ imidž nije uvijek najznačajniji kod odabira destinacije.100 Značajniji je imidž oblikovan javnim medijima i osobnim iskustvom. U oblikovanju imidža kritičan je izbor između općih i specifičnih atributa. Oglašavanje predstavlja svaki plaćeni oblik neosobne prezentacije i promocije ideja, proizvoda ili usluga od prepoznatljivog sponzora. 104Oglašavanje u turizmu je već dugo prisutno, njegova osnovna funkcija je privlačenje i dobivanje turista, a glavni ciljevi su: povećanje priljeva turista, produženje boravka turista i produženje sezone. Oglašavanje se dijeli se na opće i poslovno oglašavanje (Kotler, Bowen, Makens, 2010). Opće oglašavanje obavljaju različiti subjekti radi oglašavanja turističkih područja, regija, ili zemlje, a zadaća im je privlačenje turista u ta područja na temelju njihove kvalitete. Ta vrsta oglašavanja ističe posebnosti određenih područja kako bi privukla turiste i tako povećala turistički promet. Kao inicijatori takvog oglašavanja ističu se razne državne ili društvene ustanove koje ujedno financiraju takvo oglašavanje ili za njega osiguravaju određena sredstva. Poslovno oglašavanje obavljaju razna poduzeća za svoje proizvode i usluge, a za

cilj imaju privući turiste da se koriste njihovom uslugom i proizvodom. Oba oglašavanja u turizmu su povezana, a svi nositelji turističke ponude moraju vidjeti zajednički interes u koordiniranju akcija oglašavanja. Oglašavanje podrazumijeva odvijanje komunikacije posredstvom različitih medija: novina, časopisa, radija, televizije i drugih (Kotler, Bowen, Makens, 2010). Odnose s javnošću možemo definirati kao izgrađivanje dobrih odnosa s raznolikim pripadnicima javnosti tvrtke pribavljanjem korisnog publiciteta, izgrađivanjem dobrog kooperativnog ugleda, i otklanjanje ili sprečavanje štetnih glasina, priča i događaja. Taj oblik promocije koristi određene događaje kako bi ciljnoj javnosti priopćio poruku. Kao dio odnosa s javnošću koriste se instrumenti promocije kao što su sajmovi, sponzorstvo i promocija „od usta do usta“ Sajmovi kao mjesto izravnog susreta ponude i potražnje, neposrednih kontakata, spoznaja vlastitih mogućnosti i kvalitete, mjesto ideja o novim proizvodima, upoznavanje konkurencije, prilika za poslovnim kontaktima značajni su marketinški faktor (Mehulić, 2015). Za uspješan nastup na sajmu važni su i ljudi, osoblje mora posjedovati respektabilno znanje o vlastitoj ponudi, imati sposobnost vođenja poslovnog razgovora, znanje stranih jezika, samo po sebi može povećati privlačnost štanda svojim ponašanjem i prezentiranjem ponude. Pod sponzorstvom se podrazumijeva ustupanje novca, stvari, know-howa i organizacijskih usluga sportašima i sportskim organizacijama, umjetnicima i kulturnim institucijama, kao i društvenim i ekološkim čimbenicima s ciljem da se na toj osnovi ostvare gospodarski relevantni protuučinci. Uz pomoć ekonomske propagande i odnosa s javnošću mogu se ostvariti razni ciljevi, kao što su izgraditi ili poboljšati imidž turističke destinacije i povećati stupanj prepoznatljivosti destinacije. Informacije o određenoj destinaciji i njenom imidžu koje potencijalni turisti dobivaju od osoba iz vlastitog okruženja (prijatelja, poznanika) značajniji su od informacija što ih dobivaju od službenih organizacija. Unapređenje prodaje se sastoji od kratkoročnih poticaja kako bi se pokrenula kupnja ili prodaja proizvoda ili usluga. Taj je oblik promocije osobito pogodan u slučajevima kada je nužno u kratkom roku utjecati na turističku potražnju i to kao odgovor na nepredviđene događaje (Mehulić, 2015). Unapređenje prodaje u turizmu koristi se u kombinaciji s ostalim instrumentima promocije kao sredstvo podupiranja. Osobna prodaja predstavlja nastojanje da se ostvare određene koristi posredstvom osobne komunikacije između prodajnoga osoblja i potencijalnih korisnika turističkoga proizvoda. Cilj je informirati potencijalnog korisnika o karakteristikama turističkoga proizvoda, pružiti mu podršku, postprodajna usluga i drugo (Kotler, Bowen, Makens, 2010). Izravni marketing je izvorno označavao oblik marketinga u kojem su se proizvodi ili usluge kretali od

proizvođača do potrošača bez posredničkog kanala. Danas mnogi korisnici izravnog marketinga smatraju da ima veću ulogu te ga se može nazvati marketingom izravnog odnosa. Izravni je marketing interaktivni sustav marketinga koji koristi jedan ili više medija za oglašavanje kako bi utjecao na mjerljiv odgovor i/ili transakciju na bilo kojoj lokaciji. U toj definiciji naglasak je stavljen na marketing proveden u svrhu dobivanja mjerljivog odgovora. Izravni marketing koristi medije izravnog odgovora da bi ostvarili prodaju i upoznali klijenta čije se ime i profil nalaze u bazi podataka o klijentima koja se koristi za stvaranje dugotrajnih odnosa koji se neprestano unapređuju, a naglasak je stavljen na stvaranje odnosa s omiljenim klijentima (Pavlović Križman, 2008).
Internet služi kao prodajno mjesto i kao sredstvo komunikacije između tvrtke i njenih klijenata. Stoga, da bi konkurirale na današnjem novom tržištu, moraju primjenjivati internetsku tehnologiju. Prednost je što se informacije mogu prilagoditi, personalizirati i poslati nevjerojatnom brzinom različitim mrežama. Također, prednosti su: praktičnost, jednostavna i osobna kupnja, obilje usporednih informacija, kupnja je interaktivna i izravna. Pogodnosti su i na strani prodavača: snažno sredstvo izgradnje odnosa s klijentima, smanjenje troškova i povećanje brzine i učinkovitosti, te fleksibilnost (Mehulić, 2015).
Ključna svrha promocije turističke destinacije je privlačenje većeg broja turista, kao i da turističku destinaciju učini privlačnijom. U novije vrijeme društvene mreže imaju veoma važnu ulogu kada je riječ o samoj promociji, pa tako i u promociji turističkih destinacija. Stoga, u nastavku rada će se osvrnuti na promociju turističke destinacije putem društvenih mreža.

3.1. Upotreba društvenih mreža u svrhu promocije turističke destinacije

Rejting na društvenim mrežama daje veliki doprinos razvoju i stvaranju ugodne slike u svijetu nekog turističkog odredišta. Zahvaljujući rejtinzima veći broj ljudi sudjeluje u razmjeni mišljenja i iskustava o nekom turističkom odredištu. Osnovna komunikacijska strategija u digitalnim kampanjama je ostvariti međusobno razumijevanje ponuditelja i potrošača u turizmu (https://www.mostarpropertymanagement.com/uloga-drustvenih-mreza-u-turistickoj-promociji/).
U svijetu digitalne povezanosti, platforme društvenih medija pronašle su način da potresu turističku industriju i turistička poduzeća zahvaljujući učinkovitom, opsežnom oglašavanju i marketingu. Hotel, restorani i druga turistička komercijalna odredišta plaćaju blogere i osobe s društvenih mreža da pokušaju objaviti nešto dobro o njihovom osnivanju ili cilju. Poznato je da ova tehnika prenosi interes za predmetno mjesto sa spomenute osobnosti na društvenim

mrežama na njegove sljedbenike (Kincaid, 2003). Posljednjih petnaestak godina društvene mreže sve više dobivaju na značaju. Danas se može reći da nema ni jedne sfere života u kojoj one nemaju snažno izražen utjecaj. Nisu postale značajne samo u osobnome komuniciranju i privatnome životu, već se nalaze u svim poslovnim sferama. Korisnici objavama na društvenim mrežama informiraju javnost ili samo odabrane skupine, tzv. „prijatelje“, o vlastitim aktivnostima, interesima ili stavovima te omogućavaju stvaranje platformi velika raspona informacija. Ujedno izražavajući vlastito promišljanje i stavove o određenome proizvodu, usluzi, turističkoj destinaciji ili bilo kojemu drugom „predmetu promatranja“, mogu utjecati i na stvaranje imidža (Bijakšić, Markić, Bevanda, 2018). Objave na društvenim mrežama, pozitivne ili negativne, mogu utjecati i na formiranje imidža o određenoj destinaciji. Ovako stvaran imidž može se promatrati kroz prizmu dviju osnovnih razina, organske i inducirane. Temeljem svakodnevne asimilacije i procesuiranja velika broja podataka koje pojedinac prima iz različitih izvora razvija se organski imidž. Ovaj oblik imidža uglavnom nastaje temeljem vlastitoga iskustva i poimanja obrađenih informacija. S druge strane, zahvaljujući utjecaju marketinških aktivnosti i komunikacijskih poruka, nastaje inducirani imidž (Bijakšić, Markić, Bevanda, 2018). Poruke koje korisnici društvenih mreža objavljuju odražavaju njihove stavove, a predstavljeni su verbalno u obliku kratkih poruka. Upravo zbog neprekidne dvosmjerne komunikacije korisnici društvenih mreža smatraju da imaju kooperativan odnos s ponuditeljima usluga te im žele iskazati svoj stav o brendu, odnosno destinaciji. Stavovi o destinaciji sadržani su i registrirani u porukama na društvenim mrežama i odražavaju ih pojmovi i riječi koje imaju najveću učestalost. Na taj se način u obliku word clouda prikazuju pojmovi koji identificiraju stavove i mišljenja o destinaciji (Bijakšić, Markić, Bevanda, 2018). Broj poruka nije unaprijed poznat, a promjenjiv je protokom vremena. Ako o nekome brendu ili turističkoj destinaciji ne možemo pronaći ni jednu poruku ili eventualno možemo pronaći samo manji, neznatan broj poruka, možemo zaključiti da brend nije dovoljno atraktivan ili da korisnici društvenih mreža nemaju oblikovan imidž o njemu. Ako je broj poruka veći, i destinacija se smatra atraktivnijom (Bijakšić, Markić, Bevanda, 2018). Neke od nakčešće korištenih društvenih mreža za promociju turističke destinacije su Instagram, Facebook, Booking, Airbnb. Instagram je popularna, besplatna aplikacija za obradu i dijeljenje fotografija putem mobilnih telefona (iPhone, Android, Windows Phone), a 2010. godine osmislili su je Kevin Systrom i Mike Krieger. U vrlo kratkom vremenu postala je veoma popularna društvena mreža. Ovim putem je najlakše prodavati ono što lijepo izgleda, a najčešće su to hrana, putovanja i destinacije, odjeća, obuća itd. Oglašavanje na Instagramu odvija se

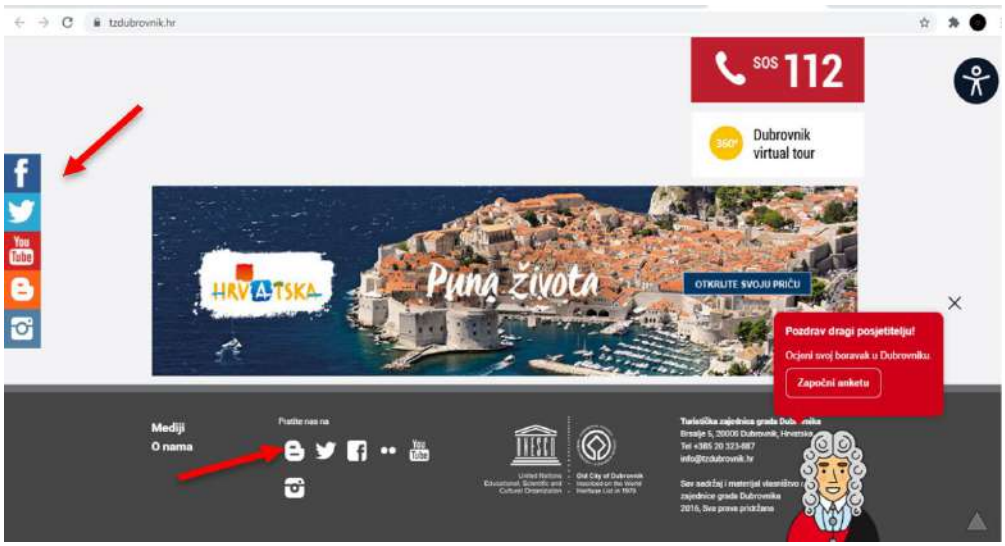
pomoću oglašavanja na Facebooku i sve što je potrebno je povezivanje profila. Nakon toga, objavljuje se oglas na Facebooku, ali odabere se Instagram pod mjesto na kojem se prikazuje oglas (Ružić, 2014). Facebook je društvena mreža osnovana od strane Marka Zuckerberga 2004. godine. Zuckerberg je za vrijeme studija na Harvardu osnovao internetsku društvenu mrežu koju su u početcima mogli koristiti samo studenti tog sveučilišta. Cijeli komunikacijski proces potpomognut je mogućnostima oglašavanja na Facebooku. Oglašivačima je na raspolaganju niz mogućnosti koje se međusobno razlikuju prema željenim ciljevima oglašavanja. Poslovni profil na društvenoj mreži označava vrlo značajan dio digitalnog postojanja poslovnog subjekta, posebice za ostvarivanje komunikacijskih ciljeva. Promoviranjem vlastitog profila na Facebooku, poslovni subjekt dolazi do novih fanova, odnosno do novih likeova svog poslovnog profila i na taj način proširuje svoj auditorij (Ružić, 2014). Booking.com je osnovan 1996. godine u Amsterdamu te se iz male nizozemske startup tvrtke razvio u jednu od vodećih online tvrtki na području putovanja u svijetu. Booking.com ulaže u tehnologiju kako bi olakšao putovanja te jednostavno spajao milijune putnika s nezaboravnim iskustvima, mnoštvom prijevoznih opcija i nevjerojatnim smještajnim objektima, od kuća za odmor do hotela i još mnogo toga. Kao jedno od najvećih svjetskih tržišta i za ostvarene brendove i za poduzetnike svih veličina, Booking.com smještajnim objektima omogućava doprijeti do putnika diljem svijeta, te tako razvijati poslovanje (https://www.booking.com/content/about.hr.html). Airbnb postoji od 2008. godine kad su dvojica dizajnera u svome domu ugostila trojicu putnika koji su tražili smještaj. Danas milijuni domaćina i gostiju otvaraju besplatan korisnički račun na Airbnbu kako bi mogli oglasiti svoj smještaj ili odsjesti u nekom od jedinstvenih smještaja koji se nude u svim krajevima svijeta. Tu su i domaćini Airbnb doživljaja koji s putnicima i lokalnim stanovnicima žele podijeliti ono što vole i što ih zanima (https://www.airbnb.ba/).

4. PROMOCIJA TURISTIČKE DESTINACIJE DUBROVNIK

Kroz četvrto poglavlje prikazuje se marketing turističke destinacije Dalmacija, s naglaskom na grad Dubrovnik, s obzirom da je jedan od turistički najposjećenijih gradova na području Hrvatske. Prvenstveno će se ukratko navesti opće informacije o samom gradu, potom će se prikazati na koji način sam grad promovira turizam putem društvenih mreža te naposlijetku će se prikazati način promocije turizma Dubrovnika na primjeru turističke agencije.

4.1. Upotreba društvenih mreža za promociju Dubrovnika kao turističke destinacije

Kroz ovaj dio rada opisati će se putem kojih društvenih mreža se promovira grad Dubrovnik, kao i turizam. Neosporno je da je ovaj grad u sezoni prepun turista, no pitanje je koliko njih dolaziupravo jer su putem društvenih mreža saznali za Dubrovnik. Na stranici turističke zajednice grada Dubrovnika na lijevom strani, kao i na dnu se nalaze poveznice za profile društvenih mreža putem kojih se grad promovira i oglašava. Točnije, Dubrovnik koristi pet društvenih mreža, a to su Facebook, Instagram Twitter, Youtube i Blog. Na slici 2. prikazana je stranica turističke zajednice Dubrovnik i poveznice za profile društvenih mreža.



Slika 1. Prikaz poveznica za profile društvenih mreža na stranici turističke zajednice Dubrovnik
Izvor: https://tzdubrovnik.hr/

Prilikom posjeta Facebook profila može zaključit da je grad aktivno pristupio ka kreiranju ove stranice. Pregledom stranice primjećuje se da se objave objavljuju na dnevnoj bazi što je svakako pozitivna stvar. Dalje, objave koje se objavljuju su isključivo vezane za grad Dubrovnik, aktualne događaje u gradu, znamenitosti i plaže što je još jedan plus za kreatore stranice. Linkovi koje stranica objavljuje su raznovrsni. Samo ovaj mjesec mogu se vidjeti vijesti i događaji o sportu, događanjima, plažama, koncertima, gastronomiji, što može privući potencijalne turiste. Pozitivna stvar je što niti jedan spektar turističke ponude nije zanemaren te potencijalni putnici koji dođu na stranicu zaista

mogu dobiti informacije koje mogu zadovoljiti sve njihove želje i potrebe. Još jedna pozitivna stvar je svakako što stranica nudi i engleski jezik budući da su prepoznali da su njihova ciljna skupina inozemni turisti, a engleski možemo smatrati kao univerzalni jezik koji najveći broj ljudi može razumjeti. Recenzije na Facebook profilu su zaista odlično, trenutačna prosječna ocjena je 4.6. No, potrebno je također uzeti u obzir da je stranicu 14.918 ljudi označilo sa sviđa mi se, a poznato je kako mnogo veći broj turista godišnje posjeti Dubrovnik. Može se zaključiti kako Dubrovnik svakodnevno objavljuje objave različitog karaktera, no objave su ponajviše vezane uz turizam, posebice kada je ljetna sezona što itekako može pomoći pridobivanju novih turista, posebno ako se uzme u obzir da danas većina ljudi, posebice mladih koriste društvene mreže svakodnevno te pomoću njih i traže razne turističke destinacije koje mogu posjetiti.

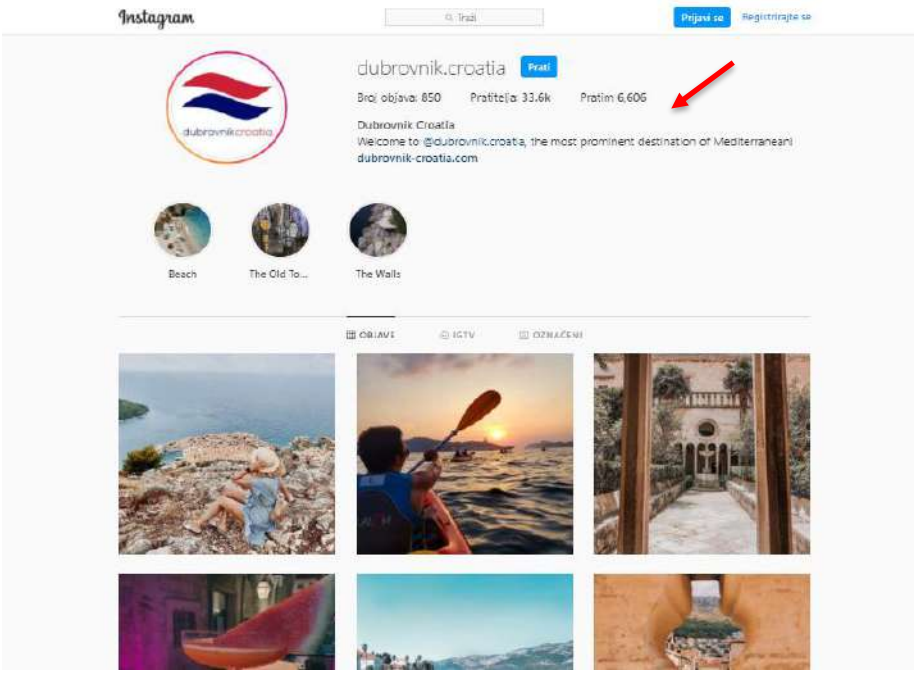


Slika 2. Facebook profil Dubrovnika
Izvor: https://hr-hr.facebook.com/city.of.dubrovnik/

4.1.1. Instagram

Instagram se može izdvojiti Kao druga društvena mreža za promociju turizma grada Dubrovnika. Broj pratitelja na Instargramu je dosegao oko 33.600. Što se tiče ažurnosti stranice, slike se objavljuju prilično često što je svakako dobra stvar, ispod svake slike se navodi opis što ona prikazuje i to na engleskom jeziku.
Kod svake slike mogu se vidjeti hashtagovi sa ključnim riječima što je bitna stvar za ovu mrežu, jer omogućuje da ljudi širom svijeta koji potražuju

navedeni hashtag mogu pronaći objavljenu sliku. Najveći broj pratioca su inozemni turisti i dobra stvar kod ove stranice je što administratori objavljuju uz svoje fotografije i fotografije koje im šalju turisti koji su posjetili Dubrovnik što je idealan način komunikacije budući da gostima zasigurno puno znači kada ugledaju svoju sliku na stranici mreže. Također, na slikama se može vidjeti i interakcijama između administratora i turista jer se na gotovo svaki upit od strane pratitelja dobije odgovor od administratora.
Instagram danas svakako predstavlja jednu od najpopularnijih društvenih mreža, posebice među mlađom populacijom. Veoma je korisna za promociju turističke destinacije zbog mogućnosti objavljivanja fotografija, kao i videozapisa pomoću kojih korisnici mogu vidjeti sve ljepote Dubrovnika i odlučiti se posjetiti ga.



Slika 3. Instagram profil Dubrovnika
Izvor: https://www.instagram.com/dubrovnik.croatia/

4.1.2. Twitter

Treća po redu mreža po broju pratitelja je Twitter . Na Twitter stranici grada Dubrovnika također se objavljuju svakodnevno informacije o gradu. Skoro svaki twett je popraćen sa slikom. Dobra stvar je što se u svakom twittu koriste ključne riječi (svaki tweet počinje sa hashtagom Dubrovnik). Osim originalne stranice grada Dubrovnika sa strane se mogu vidjeti i neke „dopunske“ twitter

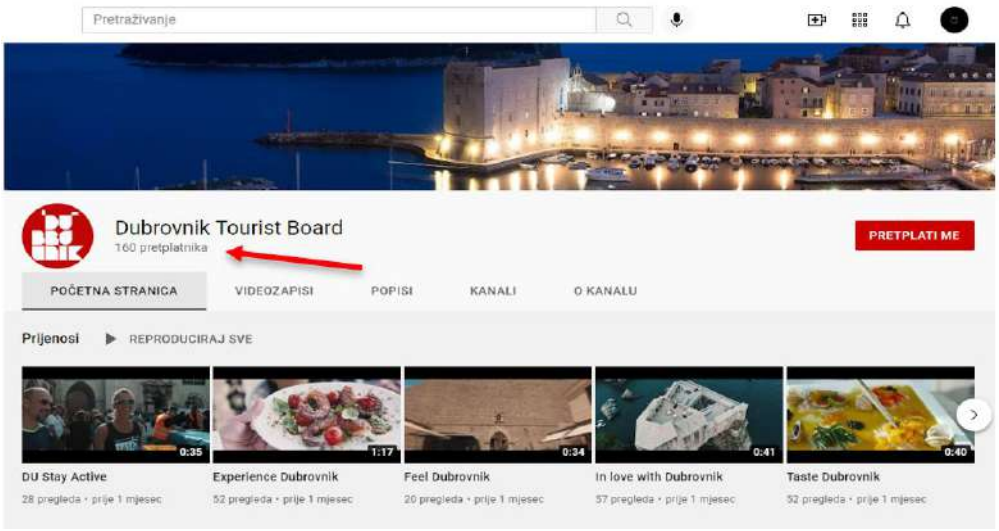
stranice poput Dubrovnik Riviera, The Dubrovnik Times, Just Dubrovnik. Trud koji se ulaže u promociju je dosta vidljiv na svakoj od ovih nabrojanih stranica međutim broj pratioca nije impresivan. Na glavnoj stranici ih ima samo 3.443, na ostalim se broj vrti oko 2.500 pratitelja. Taj broj svakako upućuje da se više treba posvetiti stranici u smislu pridobivanja novih pratitelja. Svakako jedan od najboljih alata je nagradama igra, u ovom slučaju gdje bi pobjednik dobio odlazak u Dubrovnik, a sama stranica bi profitirala sa još tisuću i tisuću sljedbenika koji bi postali potencijalni gosti samog grada.



Slika 4. Twitter Dubrovnika
Izvor: https://twitter.com/dubrovnikcro

4.1.3. Youtube i Blog

Stranica Youtube-a nije toliko razvijena kao prethodni profili. Naime, broji samo 160 pretplatnika, iako ima objavljenih 55 videozapisa te se ona još ne može smatrati reprezentom promoviranja Dubrovnika budući da se u budućnosti tek treba razviti. Stranica Dubrovačkog bloga se ne može otvoriti.



Slika 5. Youtube kanal Dubrovnika
Izvor: https://www.youtube.com/channel/UCghNbXeJWjWmEG82Db0mxDQ/featured

Nažalost, Dubrovnik je aktivno koristio blog do unazad 4 godine, kada je ujedno i objavljen njihov posljednji post. Blog je jedan od najstarijih načina promocije međutim u posljednje vrijeme ponovno postaje utjecajan naročito kada pričamo u blogovima putovanja. Mnogi najpoznatiji blogeri upravo kreiraju blog na temelju svojih putovanja te ostavljaju svoje dojmove o samoj destinaciji. Takva vrsta blogova ima iznimno veliki broj pratitelja te mišljenja koja iznesu blogeri su za njih smjernica za dobivanje dojma o samoj destinaciji. U posljednje vrijeme sve veći broj destinacija pozivaju blogere na plaćena putovanja gdje bloger nakon putovanja u obliku slika i teksta opisuje na svom blogu destinaciju i samim time vrši promociju grada. Dobra stvar je što na Googleovoj tražilici upisom „Dubrovnik blog“ postoje mnogi blogeri koji su posvetili jedan post na svom blogu o Dubrovniku, a što je najbitniji dojmovi su im odlični te preporučuju svojim pratiteljima odlazak na odmor u Dubrovnik.



Slika 7. Blog profil Dubrovnika
Izvor: https://tzdubrovnik.blogspot.com/

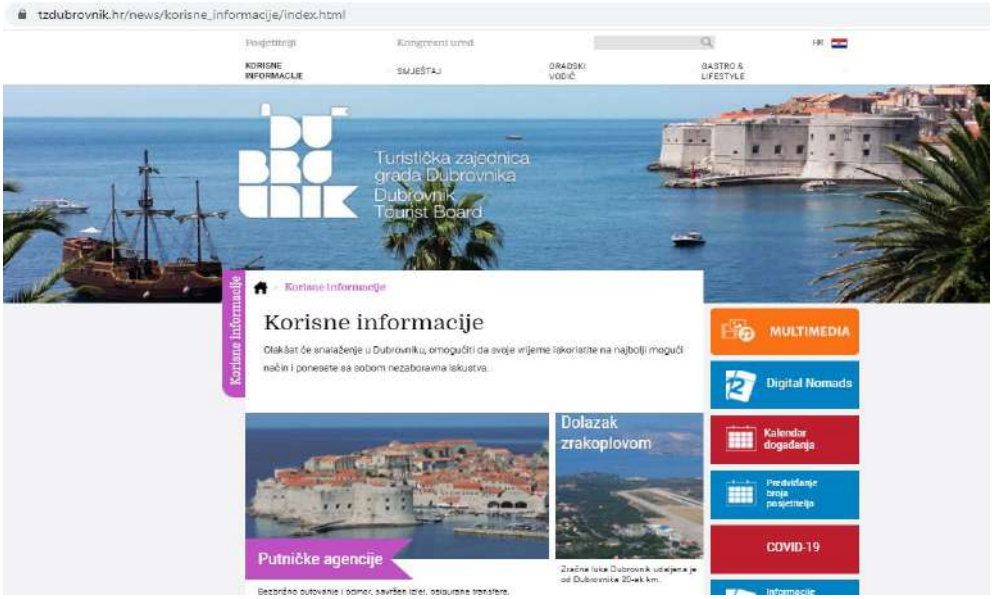
Nakon analize profila društvenih mreža grada Dubrovnika, može se zaključiti kao najviše napora ulažu u promociju samog grada i turizma putem Facebook-a, Instagrama i Twitter, što je trenutno dobro, s obzirom da su danas te tri mreže najpopularnije kao platforma promocije. Može se reći kako grad radi dobru promociju putem društvenih mreža, što im zasigurno pomaže u privlačenju većeg broj turista. No, također bi trebali postati ažurniji na Blogu i Youtube-u. Iako je već pomalo zastario, blog nudi korisnicima drugačije iskustvo u odnosu na ostale društvene mreže, jer mogu čitati nečija iskustva o samom mjestu. Youtube predstavlja također odličnu platformu jer nudi mogućnost postavljanja videozapisa, što bi Dubrovniku uvelike moglo pomoći, jer bi korisnici mogli pogledati razne videozapise i tako se upoznati s gradom prije nego ga posjete. U nastavku će se opisati način promocije putem turističke zajednice Dubrovnik.

4.2. Promocija turizma putem turističke zajednice Dubrovnik

Može se reći kako je stranica turističke zajednice Dubrovnika zaista dobro osmišljena i organizirana. Na početnoj stranici posjetitelji mogu birati jedan od sedam ponuđenih jezika, a to su: hrvatski, njemački, engleski, španjolski, francuski, japanski i ruski, što govori o tome da Dubrovnik razmišlja i o svojim turistima iz inozemstva i nudi mogućnost da prilagode stranicu svome jeziku. Također, u samom vrhu stranice imaju četiri kategoriju pomoću kojih se promovira sam turizam grada. Navedene kategorije su:

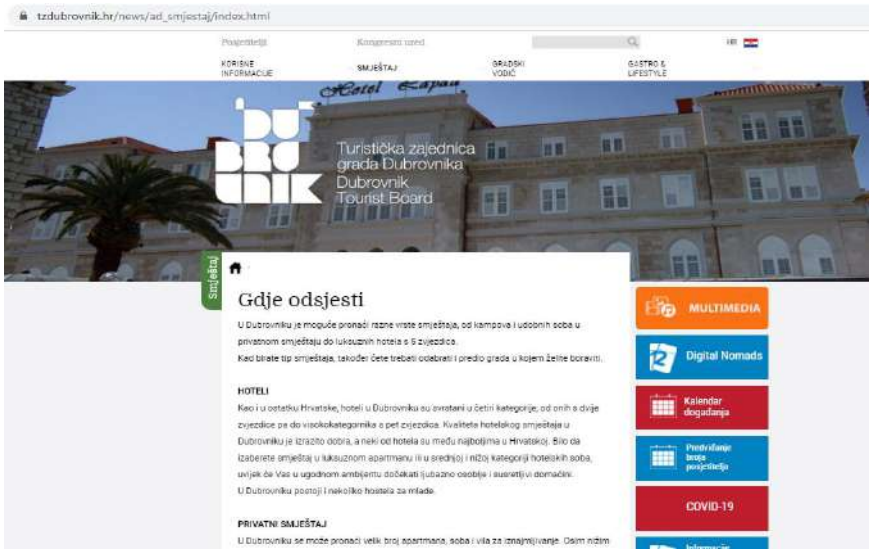
1. korisne informacije,
2. smještaj,
3. gradski vodič i
4. gastro & lifestyle.

Kada korisnici kliknu kategoriju korisne informacije mogu saznati na koji način doći do Dubrovnika, sve o lokalnom prijevozu te također imaju izdvojeni savjeti za njih. Detaljno je opisan dolazak za sva prijevozna sredstva, odnosno korisnici mogu pročitati na koji način mogu doći u Dubrovnik ako putuju zrakoplovom, automobilom, autobusom, brodom te putničkom agencijom. Ova stavka je zaista od velike koristi većini turista koji žele posjetiti Dubrovnik jer na stranici mogu dobiti sve korisne informacije o samom dolasku. Na slici 8. prikazana je kategorija „korisne informacije“ na stranici turističke zajednice Dubrovnik.



Slika 8. Kategorija „korisne informacije“ na stranici turističke zajednice Dubrovnik
Izvor: https://tzdubrovnik.hr/news/korisne_informacije/index.html

Kategorija „smještaj“ turistima nudi prikaz i opis raznih smještajnih kapaciteta, kao što su hoteli i privatni smještaji. Turisti mogu saznati sve o hotelima i privatnom smještaju na području Dubrovnika, kako se kreću cijene, koje su usluge koje smještaj nudi i na taj način odabrati smještaj koji im odgovara. Na slici 9. prikazana je kategorija „smještaj“ na stranici turističke zajednice Dubrovnik.



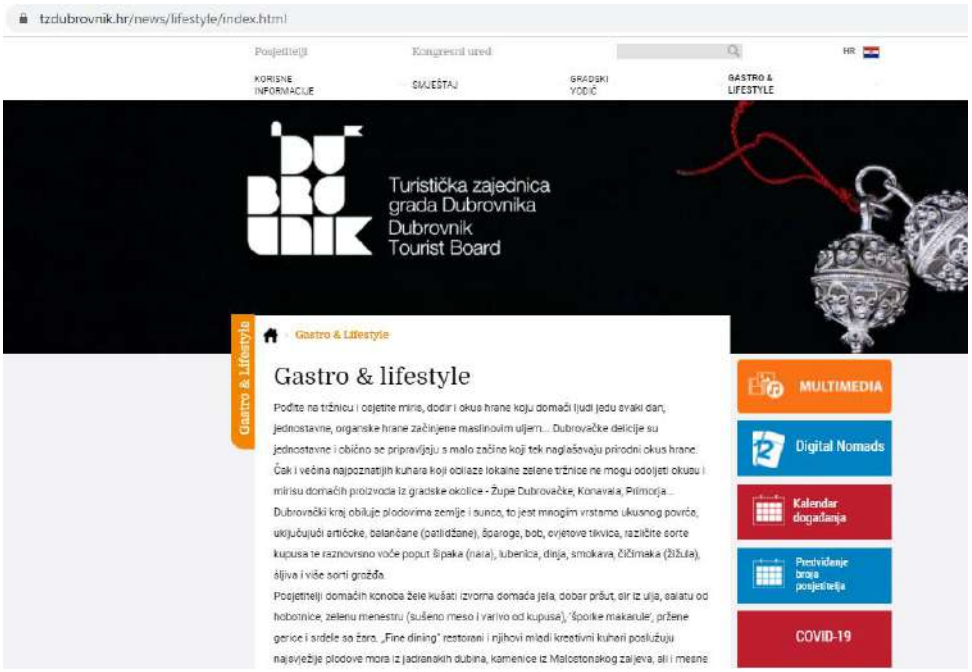
Slika 9. Kategorija „smještaj“ na stranici turističke zajednice Dubrovnik
Izvor: https://tzdubrovnik.hr/news/ad_smjestaj/index.html

Pod kategorijom „gradski vodič“ turistička zajednica turistima nudi korisne informacije o kulturi i povijesti grada, znamenitostima te raznim aktivnostima na području Dubrovnika. Ovo je također korisno za turiste, posebice one koji prvi put posjećuju grad, jer mogu saznati sve o zanimljivostima Dubrovnika i odlučiti koji dio grada ili znamenitost žele posjetiti. Na slici 10. prikazana je kategorija „gradski vodič“ na stranici turističke zajednice Dubrovnik.



Slika 10. Kategorija „gradski vodič“ na stranici turističke zajednice Dubrovnik
Izvor: https://tzdubrovnik.hr/news/gradski_vodic/index.html

Kategorija „gastro & lifestyle“ turistima nudi informacije i uvid o dostupnim restoranima i shopping centrima na području grada. Jednostavno, turisti mogu pročitati koji su specijaliteti grada, gdje su najbolji restorani i na taj način se informirati o gastronomiji. Na slici 11. prikazana je kategorija „gastro & lifestyle“ na stranici turističke zajednice Dubrovnik.



Slika 11. Kategorija „gastro & lifestyle“ na stranici turističke zajednice Dubrovnik
Izvor: https://tzdubrovnik.hr/news/lifestyle/index.html

Nakon prikazanih kategorija koje su od velike pomoći svim korisnicima, također treba istaknuti kako stranica nudi 3D prikaz dijela Dubrovnika, točnije starog grada s kojim se turisti mogu djelomično upoznati prije nego ga posjete. Pored toga stranica nudi kalendar na kojem su upisani svi važniji događaji na području Dubrovnika kako bi turisti mogli vidjeti koji su događaji na rasporedu te kako bi bili sigurni da ne propuste neki događaj kada su u posjeti Dubrovniku. Također, još jedna zanimljiva stvar koju nudi turistička agencija je anketa koju turisti mogu popuniti kako bi ocijenili svoj boravak u Dubrovniku te koliko im je bila korisna sama stranica turističke zajednice prilikom dolaska. Na taj način dobiju uvid promoviraju li turizam na pravi način te trebali nešto promijeniti. Ovo je veoma korisna stavka, kako za turističku zajednicu, tako i za turiste jer omogućava dvosmjernu komunikaciju. Bez obzira što Dubrovnik ima

dobro razvijene profile društvenih mreža i dobro promovira turizam putem njih, ipak mnogo više korisnih informacija nudi stranica turističke zajednice putem koje turisti mogu saznati sve o gradu. Kada je riječ o samoj promociji turizma, mora se priznati kako turistička zajednica zaista dobro promovira turizam, razne događaje, gastronomiju, smještajne kapacitete i slično.

5. ZAKLJUČAK

Turističke destinacije redovito imaju marketinške timove posebno za to područje. Posao tih tijela je promicanje aktivnosti u gradu kako za moguće posjetitelje, tako i za osobe iz grada, organizacija je usmjerena na prikazivanje najatraktivnijih ažurnih podataka o odredištu. Turističke agencije i trgovci destinacijama potiču se na postavljanje slika visoke kvalitete i recenzija o tim destinacijama putem društvenih mreža kako bi privukli pažnju potrošača putovanja. Važnost dobre vizualne prisutnosti na turističkim destinacijama na društvenim mrežama postaje sve očitija. Društveni mediji postaju sve napredniji i nude više mogućnosti za turiste da vizualiziraju odredište prije nego što se odluče ići. Za mnoge turističke destinacije, način na koji korisnici društvenih mreža doživljavaju odredište glavni je utjecaj na njihov uspjeh. Potencijalna količina informacija koja je dostupna putnicima je ogromna; internet je platforma puna važnih informacija, koje bi mogle lako razmijeniti sve strane uključene u industrijski proces. Marketing na društvenim mrežama upotreba je različitih mrežnih društvenih alata za plasiranje proizvoda potrošnje koji ciljaju kupce. Marketing na društvenim mrežama može se kategorizirati kao mrežni marketinški alat koji omogućuje trgovcima da priopćavaju blagodati, prijedlog vrijednosti i osobnost marke svojoj ciljanoj publici. Korištenje društvenih medija kao marketinškog alata u turizmu ključno je za udovoljavanje trenutnim trendovima generacije. Društveni mediji pružaju marketingu mogućnost ciljanja određenih grupa na prodajnim mjestima kao što su Facebook, Twitter i Instagram. Kroz rad je se foku stavio na promociju turizma grada Dubrovnika putem društvenih mreža, s obzirom na tom da one danas predstavljaju jednu od najboljih platformi promocije te također, veliki broj korisnika, posebice mlađe populacije ih koristi svakodnevno. Nakon analize profila društvenih mreža, može se zaključiti kako Dubrovnik ima dobru promociju turizma i samog grada putem tri društvene mreže, odnosno Facebook, Instagram i Twitter, ali one su ujedno trenutno i najpopularnije društvene mreže, posebice za promociju. Za razliku od tri navedene, Dubrovnik ulaže malo napora za promociju turizma putem Youtube-a i Bloga. Iako se ove dvije mreže manje koriste za promociju, itekako mogu biti korisne, jer postoje

korisnici koji bi pogledali razne videozapise na Youtube-u ili pročitali iskustva putem Bloga. Stoga bi grad trebao uložiti malo napora kako bi turizma promovirao i putem ove dvije mreže, što bi im zasigurno u budućnosti pomoglo za pridobivanje novih turista. Nakon analize promocije putem profila društvenih mreža, prikazala je se promocija putem turističke zajednice Dubrovnik. Može se zaključiti kako se turizam putem turističke zajednice mnogo više promovira i na kvalitetniji način. Nude razne opcije za turiste pomoću kojih se mogu upoznati s pojedinostima grada, od načina kako doći do Dubrovnika pa sve do gastronomije, raznih znamenitosti i slično. Iako Dubrovnik ima dobru promociju turizma putem društvenih mreža, promocija putem turističke zajednice je neusporedivo bolja.

LITERATURA

1. Bevanda, A., Šantić, M., Bijakšić, S. (2019). *Marketinška komunikacija u turizmu*. Mostar: Sveučilište u Mostaru.
2. Crotts, J. C., Buhalis, D., March, R. (2000). *Global Alliances in Tourism and Hospitality Management*. New York: The Haworth Hospitality Press.
3. Gartner, W.C. (1996). *Tourism Development principles*, *Processses and Policies*. New York: ITP.
4. Kincaid, J. W. (2003). *Customer Relationship Management*. New York: Prentice Hall.
5. Kotler, P., Bowen, T. J., Makens, C. J. (2010). *Marketing u ugostiteljstvu, hotelijerstvu i turizmu*. Zagreb: MATE d.o.o.
6. Križman Pavlović, D. (2008). *Marketing turističke destinacije*. Zagreb: Mikrorad.
7. Magaš, D. i sur. (2018). *Menadžment turističke organizacije i destinacije*. Opatija: Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu.
8. Mehulić, B. (2015). *Tekst predavanja- Promocija u turizmu*. Karlovac: Veleučilište u Karlovcu.
9. Mijočević, M. (2019). *Primjena društvenih mreža u promoviranju turističke destinacije na praktičnom primjeru, Završni rad*. Karlovac: Veleučilište u Karlovcu.
10. Morrison, A. (2013). *Marketing and managing tourism destinations*. 1st ed. New York: Routledge.
11. Bijakšić, S., Bevanda, A., Markić, B. (2018). Komunikacija na društvenim mrežama i razvoj imidža o brendu turističke destinacije. *Hum: časopis Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Mostaru*, 13(19): 103-115.

12. *Booking.com*, dostupno na: https://www.booking.com/content/about.hr.html, (12.04.2025.)
13. *Kako funkcionira Airbnb*, dostupno na: https://www.airbnb.ba/, (12.04.2025.)

PROTECTION OF CULTURAL AND NATURAL HERITAGE IN THE CONTEXT OF ARMED CONFLICT: A CASE STUDY ON ASKANIA-NOVA AND THE ANALYSIS OF THE INTERNATIONAL IMPLICATIONS OF CULTURAL AND ENVIRONMENTAL CRIME

ZAŠTITA KULTURNOG I PRIRODNOG NASLIJEĐA U KONTEKSTU ORUŽANOG SUKOBA: STUDIJA SLUČAJA O ASKANIA-NOVA I ANALIZA MEĐUNARODNIH IMPLIKACIJA KULTURNOG I EKOLOŠKOG KRIMINALA

Professional paper / Stručni rad

Assoc. Prof. Nelu NIȚĂ PhD*

Profira-Elena CIOVĂR. Student*

Abstract

Having become a frequently ignored collateral victim, cultural and natural heritage is often exposed to deliberate destruction, especially in times of conflict, when illicit actors of environmental and cultural crime take advantage of the instability of legal and political regimes. From this point of view, the paper aims to explore the interdependence between environmental and cultural crime, focusing on how these forms of crime frequently intersect in the context of armed conflicts, generating hybrid forms of destruction, which simultaneously affect cultural heritage and the natural environment. Given this interdependence, the analysis of the phenomenon cannot be carried out distinctly, since the two dimensions are interconnected and influence each other. In this context, the destruction of cultural and natural heritage requires a holistic approach, going beyond the singular perspective of cultural crime, in order to validate the connection with environmental crime. The presentation made through the case study dedicated to the Askania-Nova Biosphere Reserve in Ukraine - a site of international importance, directly affected by the risks and destruction associated with the Russian-Ukrainian conflict - highlights both the vulnerability of the natural and cultural heritage, and the need to develop strengthened legal and political instruments for its protection in the context of armed conflicts.

* George Bacovia University, Bacau, Romania, mail: nita_nelu@yahoo.com

* George Bacovia University, Bacau, Romania, mail: profira-elena.ciovar@ugb.ro

Keywords: *environmental crime; cultural crime; cultural and natural heritage; armed conflict; war crimes.*

1. INTRODUCTION

In an ambivalent context, marked by increasingly persistent threats generated by the phenomenon of globalization and the military tensions hovering over cultural and natural heritage, it becomes a priority to resolve the controversy: can threats to cultural and natural heritage be perceived as an element of environmental crime or classified as a form of cultural crime?

This work aims to bring to attention the complexity and fragility of cultural and natural heritage, in an era when the boundaries between environmental protection, cultural preservation and international security are becoming increasingly blurred. Starting from a theoretical incursion into the concepts of *cultural and natural heritage* and their evolution under the influence of social, economic and political factors, the analysis advances to a less explored, but essential area: the intersection between *environmental and cultural crime*. This convergence is not only a manifestation of the vulnerability of heritage to transnational crime, but also a reflection of the shortcomings of regulation and international cooperation in a global, dynamic and often hostile environment.

In support of this approach, the case study dedicated to the Askania-Nova Biosphere Reserve brings to the fore a concrete reality, in which *the natural and cultural heritage* becomes simultaneously a target and a victim of armed conflicts, while revealing the limits of the current legal instruments and the need for integrated solutions adapted to crisis contexts.

Through its structure, the paper aims not only to highlight the theoretical and practical implications of the analyzed phenomenon, but also to provide a framework for reflection on the possible directions of action to protect heritage in the face of new forms of crime generated by global instability.

2. FUNDAMENTAL PREMISES AND HISTORICAL EVOLUTION OF THE CONCEPT OF CULTURAL AND NATURAL HERITAGE

Analyzed in a geopolitical climate determined by constant international transformations, caused by ideological and economic factors, the set of material and immaterial resources, identified as part of communis *hereditas,* is in a state of acute vulnerability, being exposed to the risks of degradation, destruction and alteration.

2.1. The concept of 'cultural and natural heritage'

Consecrated in the classical period of Roman law, the concept of *Heritage* has been associated with the notion of *patrimonium,* which designated the totality of the inheritance assets transmitted from the *of deceased* to descendants (Hosu, 2018, p. 31). Subsequently, this notion, initially centred on the idea of continuity and legal stability, has gradually expanded, going beyond its semantic and conceptual framework, thus becoming a complex concept that currently defines the set of cultural and natural values, recognised as a constituent part of the common heritage of humanity.

Subject to a distinct international legal regime, established in response to the need to preserve and capitalize on the collective heritage, this set of assets is recognized and protected by *UNESCO Convention* on the protection of the world's cultural and natural heritage, adopted in 1972. Under this legal instrument, with the role of safeguarding and transmitting cultural, historical and natural values to future generations, the concept has been enshrined under the name of "cultural and natural heritage of exceptional universal value" (Hosu, 2018, p. 40). Among the provisions of the document, Articles 1 and 2 define, in a fundamental and argumentative way, the two forms of heritage: cultural and natural. Thus, in its meaning, *Cultural heritage* includes monuments, ensembles and sites interpreted as historical, artistic, scientific, aesthetic, ethnological or anthropological testimonies, through which all the defining features of the collective heritage are brought together, whose value reminds us that protecting, saving and valuing this *Pater* Cultural security does not only imply the preservation of the past, but also a legal security, meant to prevent and combat criminal acts directed against it. On the other hand, *Natural heritage* is made up of physical and biological formations, geological and physiological formations, areas and natural landscapes that arouse fascination and deep interest thanks to their aesthetic, scientific or lasting importance (UNESCO, 1972, p. 2)

In our opinion, the complex character of the cultural and natural heritage is determined by the set of particularities that reflect both the collective identity and the oneness, being reinterpreted in the light of cultural heritage and the diversity of life forms and natural habitats. Thus, defined both as a reflection of the past as a whole, and as an expression of artistic manifestations - tangible or intangible - the concept of cultural and natural heritage emerges as an essential element in the construction and conservation of the architecture of the human being. This notion, enshrined in the contemporary period, also represents "an

economic or leisure practice and a social and cultural practice of creating meaning and identity" (Smith, 2006, p. 13), reflecting the capacity of heritage to adapt to social challenges and at the same time to maintain its essential role in a century marked by increasingly accelerated changes. From this perspective, we believe that heritage can be seen as a true symbolic art gallery of collective identity, preserved and transmitted as a cultural heritage in a continuous dialogue between anteriority, prospectiveness and posterity.

2.2. Historical context of the concept of 'cultural and natural heritage'

Recognized as a cultural constituent of humanity at the end of the nineteenth century and widespread, since the twentieth century, as an integral part of the continuity of identity, against the background of major archaeological discoveries that have reconfigured the hermeneutic framework of the interpretation of the past and the legitimization of historical values, a moment of reference in the genesis and evolution of the protection of cultural heritage constitutes it *French Revolution*. This event, gradually consolidated as a reaction to the Enlightenment ideas that shaped the eighteenth century, generated the fundamental premises for the affirmation of cultural heritage as a symbol of the "development of institutional policies" (Rotoiu, 2021, p. 31), oriented towards the recovery of cultural values and the reaffirmation of national identity. The process took place in a context marked by tensions and anarchy, generated by French revolutionary radicalism, representing at the same time an opportunity for the reunification of a national identity affected by popular resentment towards monarchical absolutism. This historical stage favored the intensification of efforts to restore and protect degraded historical monuments, as well as their recognition as "inherited cultural assets and historical documents of national continuity" (Rotoiu, 2021, p. 81).

Shaped by the constant socio-economic transformations and, especially, by the political-ideological ones, the vision on the safeguarding of the patrimony led, in 1899, by the *The Hague Conference*, to the internationalization of the first legislative provisions dedicated to the protection of monuments in the context of armed conflicts (Niculescu, 1979, p. 57). The institutionalisation of international cooperation in the field of heritage has favoured the adoption of collective security mechanisms in crisis contexts, such as *Roerich Pact*, of 15 April 1935, signed in the context of *Pan American Union* (Oprișan, 1986, p. 48). In reaction to the increase in destruction and the intensification of illicit trafficking in cultural goods, produced by what historiography calls the "double

historical divide", it was adopted *Hague Convention* since 1954 - the first major international document which aims at the direct protection of cultural property in the event of armed conflict (Blake, 2000, p. 61).
However, the reference document, adopted after the legislative interventions, remains *UNESCO Convention* of 16 November 1972 *on the protection of the world's cultural and natural heritage.* It marked a fundamental program, not only by replacing the phrase "historical heritage" with "cultural and natural heritage" (Rotoiu, 2021, p. 304), but also by consecrating it as a subject of international interest, being integrated into a legal and operational framework meant to protect heritage against crime and destruction generated by armed conflicts taking place at global level.

3. THE INTERDEPENDENCE BETWEEN ENVIRONMENTAL CRIME AND CULTURAL CRIME IN THE CONTEXT OF ARMED CONFLICT

Analysed from a comparative perspective, environmental crime and cultural crime are distinguished by their specific structure and purpose, but the convergence between them becomes visible in certain contexts where the fundamental values of society, such as the natural environment and cultural heritage, are endangered.
Environmental crime, far from being the result of a singular act of aggression directed against the natural and anthropogenic ecosystem, stands out as a complex phenomenon, regulated by normative acts and international policies dedicated to the protection of the unitary environment (White, 2013, pp. 269-271). Thus, this phenomenon covers a wide variety of illicit activities, often associated with insidious and violent manifestations, which include, among others, "illegal logging, abusive mining, human trafficking or drug trade" (UNODC, no year), as well as "illegal trade in endangered species, smuggling of ozone-depleting substances, illicit trade in hazardous waste" (UNICRI, n.d.).
In contrast, cultural crime - although, like environmental crime, it is a criminal phenomenon of high complexity - targets a distinct set of illicit acts, directed against tangible and intangible cultural heritage. These acts are regulated by criminal law, international treaties and institutional mechanisms established by international organisations, such as *UNESCO* or *INTERPOL*. If, in a narrow sense, cultural crime is based on the well-established phenomenon of "trafficking in cultural goods", manifested by illicit imports, exports and transfers, in a broad sense it designates a diversified category of criminal acts, associated with deliberate acts of aggression against cultural identity, collective memory and

social interdependence, especially in the context of armed conflicts. (European Commission, 2023)

Taking into account these coordinates, we are of the opinion that the deliberate destruction or systematic errors created to cultural and natural heritage in armed conflicts are the result of "forms of violent extremism", which cause significant damage not only to the environment and its vital functions, but also to cultural heritage. Investigated for a more detailed analysis, the attack tactics, together with the actions certified as war crimes, can be interpreted as expressions of ecological crime, causing catastrophic effects on the natural and social environment, but which go beyond this sphere, producing an irreversible impact on the cultural values that define the cohesion and continuity of the national and humanitarian identity. Thus, in our opinion, environmental crime and cultural crime can no longer be seen as isolated phenomena, but as complementary dimensions of the same conflictual reality, in which environmental degradation and loss of heritage become inevitable consequences of systemic violence exercised by the parties involved in armed conflict.

4. CASE STUDY: ASKANIA-NOVA - BETWEEN ECOCIDE AND WAR CRIME

Having become a fundamental problem in the current landscape of the armed conflict in Ukraine, the Askania-Nova Biosphere Reserve is a representative example of a complex criminal act, meant to undermine both the identity and collective memory of the Ukrainian nation, as well as an emblematic fragment of the global heritage of humanity.

4.1. Askania-Nova: a binder between the natural-anthropic landscape and the identity heritage of a nation

Located in the Taurida steppe in the southern region of Ukraine, Askania-Nova is the oldest and best-preserved biosphere reserve in Europe, and is also a research institute within the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences (Ukrainer, 2018).

Founded at the end of the 19th century by Baron Friedrich Faltz-Fein, the reserve has as its main objective the conservation of native virgin steppe habitats and endenic species, while providing care for rare and exotic species from different regions of the world (UNITED24 Media, 2024). Having become a binder of the link between the natural-anthropic landscape and Ukraine's

identity heritage, the reserve gained international recognition only in 1984, with its inclusion in the World Network of Biosphere Reserves, as part of UNESCO's "Man and the Biosphere" program (Wilderness Society European, 2025).

Its inclusion in the network of internationally protected areas confirms that its identity importance transcends the simple dimension of ecological conservation, since the biodiversity of the reserve encompasses relict species, witnesses of ecosystems that disappeared two centuries ago from the Eurasian grassland landscapes, but which managed to survive despite anthropogenic activities, migration and nomadic pastoral practices. Remarkably, this natural heritage is organized through the prism of a diverse range of plant species: feathered grass, needle grass, bridal wave, wild tulips, edelweiss, star fruits. At the same time, the reserve also stands out for the presence of rare specimens of fauna, protected by the Red Book of the International Union for Conservation of Nature, among which are: Przewalski's horses - a relict species from the Quaternary period in danger of extinction, Burchell zebras, saiga antelopes, European bison, African ostriches, Caucasian mouflons, Przewalski's rare bison and red deer (Wilderness Society European, 2025).

Given its factual and symbolic value, recognized by the status conferred at international level, we appreciate that Askania-Nova goes beyond the condition of a simple regional ecological component, asserting itself as an undeniable space for the support of universal values and for the perpetuation of the ecological, cultural and scientific memory of humanity. In this context, the deliberate destructions, used as a form of attack by the Russian occupation forces, go beyond the scope of a minor ecological disturbance, constituting a systematic prototype of crime directed against cultural and natural heritage, with legal implications that go beyond state borders. Thus, the protection of this site is not only an obligation of the sovereign state, but a collective responsibility, enshrined in international law, in order to ensure the conservation of biodiversity, cultural memory and ecological balance for future generations.

4.2. Cultural and natural heritage under the impact of armed conflict

According to official reports submitted by the Ukrainian authorities, as well as those made by ecological organizations and academic institutions, the takeover of the Kherson region by the Armed Forces of the Russian Federation has generated significant damage to the reserve, seriously affecting both the

balance of the local ecosystem and the scientific infrastructure dedicated to research and biodiversity conservation in this area.
The use of the protected area for logistical-military purposes, including for carrying out combat operations, has led to severe deterioration of the site and contamination of the soil with oil residues, heavy metals and other toxic substances, negatively affecting both the pedological structure and the capacity of the ecosystem for self-regeneration (Leal Filho, 2024). At the same time, military activities, carried out through repeated explosions and frequent shelling, have caused direct destruction to habitats and disrupted food chains within the reserve, particularly affecting species under strict protection. These pressures have led to the forced migration of fauna and to a decrease in birth rates and increased mortality among vulnerable species (UWEC, 2023).
Moreover, documentary sources attest that deployed troops of the Russian army have triggered an extensive process of intensification of poaching activities, thus facilitating the illegal cross-border transfer, in the Russian Federation, of specimens of protected wildlife, in flagrant contradiction with the provisions ***CITES Convention*** on international trade in endangered species of fauna and flora (Ukrainan World Congress, 2024).
This wide variety of severe damage to the local ecosystem goes beyond the limits of 'environmental crime' and is also proportionately reflected in 'cultural crime', as actions against fauna and flora, as well as the detriment of landscape elements of historical value and the research structure, considerably affect both the natural heritage and the cultural identity of the region.

4.3. International legal framework applicable to the Askania-Nova Reserve

The seriousness of the facts found in the Askania-Nova perimeter - the destruction of the ecosystem, the trafficking of protected species, the damage to the cultural landscape and the military use of a site of ecological and scientific importance - cannot remain outside the international criminal responsibility. These acts contravene the fundamental principles established by several international treaties, which are essential for the protection of natural and cultural heritage during armed conflicts.
Primarily, *The 1954 Hague Convention* on the protection of cultural property in the event of armed conflict, requires signatory states, including the Russian Federation and Ukraine, to protect cultural and natural heritage even during hostilities, and any destruction or vandalism of such property can be considered a serious crime, subject to international sanctions (Haga, 1954). In

this context, analyzing the circumstances in the light of this Convention, we can appreciate that the destruction of the natural and cultural elements of Askania-Nova should be subject to appropriate actions and measures, since we are not talking about a collateral action, but about a "serious crime", which violates a primordial international treaty, which requires the belligerent parties to preserve the cultural and natural heritage, even during armed conflicts.

Also *1973 CITES Convention* prohibits illegal trade in protected wildlife species, and the measures provided for by this treaty apply directly in the context of military actions carried out in the Askania-Nova Reserve, where the illegal extraction and transport of protected species constitutes a flagrant violation of international regulations on biodiversity conservation (CITES, 1973). The invocation and application of this international treaty becomes a necessary imperative for the protection of the site, both because of the interdependence between natural and cultural values, and because of its position as a site of "outstanding universal value". The recognition of this status underlines the importance of this "mixed good", essential in preserving the area for ecological, cultural and anthropogenic research.

Taking into account the provisions of the Convention, we are of the opinion that the military actions carried out within the perimeter of the Askania-Nova Biosphere Reserve validate the conviction that the extraction of protected species from their natural habitat and their illegal transport constitutes a particularly serious crime and a clear violation of international regulations on biodiversity conservation. In this sense, these acts cannot be classified only in the sphere of environmental crime, but also in the field of cultural crime because, in addition to endangering the integrity of the natural heritage and species essential to global biodiversity, they also profoundly affect the cultural balance of the region. Thus, there is a degradation or even an irreversible loss of identity, cultural continuity and historical value of the local ecosystem.

Similarly, *Convention for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage of 1972*, although it does not officially include Askania-Nova on the UNESCO World Heritage List, stresses the importance of protecting sites of "outstanding universal value" and calls for the sanctioning of acts of illegality affecting them. In this sense, the Askania-Nova Reserve, with its unique ecological and cultural value, falls within the objectives of this convention (UNESCO, 1972).

More *Additional Protocol I to the 1977 Geneva Convention*, which protects cultural and natural heritage during international armed conflicts, imposes the prohibition of direct attacks on natural and cultural heritage, but also their use for military purposes (UNHCR, 1977). The destruction of natural habitats and

the disruption of biodiversity conservation activities in Askania-Nova is a serious violation of these international norms, as it affects not only the ecological integrity of an area of global importance, but also the cultural balance of the region, through the loss of species essential for local identity and scientific research.

On the basis of these international treaties, we believe that the case can be referred to the International Criminal Court (ICC), which provides the legal basis for classifying acts of destruction of natural and cultural heritage as serious international crimes. The importance of these agreements goes beyond the declarative nature, having the potential to generate concrete actions from the competent international institutions. Thus, the intervention of the ICC, together with bodies such as the United Nations Commission on Human Rights, can play an essential role in holding the perpetrators accountable and restoring legal protection over a site of exceptional ecological and cultural value.

5. CONCLUSIONS

In conclusion, the analysis of the evolution and significance of the concept of cultural and natural heritage emphasizes its importance not only as a legacy of the past, but also as an essential element in defining and preserving the collective identity of humanity.

Throughout history, cultural and natural heritage has been recognized and protected by a robust international legal framework, which includes UNESCO Conventions and other treaties that guarantee the protection of this heritage, even during armed conflicts. Recent events, such as the destruction caused in the Askania-Nova biosphere reserve, demonstrate the close link between environmental crime and cultural crime, highlighting that attacks on natural and cultural heritage have devastating effects on national and universal identity.

These acts of vandalism not only undermine biodiversity and ecological structures, but also cause irreparable losses in the context of global cultural heritage.

As a result, in our view, the protection of cultural and natural heritage becomes a global collective responsibility, and the international legal framework must respond firmly to such crimes, in order to guarantee the preservation of this heritage for future generations.

REFERENCES

1. Blake, J., 2000. On Defining the Cultural Heritage. International and Comparative Law Quarterly. 49(1), p. 61. Cambridge University Press.
2. CITES, 1973. *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*. [pdf] Available at: https://cites.org/sites/default/files/eng/disc/CITES-Convention-EN.pdf? [Accessed on: 22.04. 2025].
3. European Commission, 2023. *Combating trafficking in cultural goods.* [online] Available at: https://culture.ec.europa.eu/ro/cultural-heritage/cultural-heritage-in-eu-policies/protection-against-illicit-trafficking [Accessed on: 14.04.2025].
4. Havrylenko, V.S., Dumenko, V.P. & Polishchuk, I.K., 2017. *The role of the biosphere reserve «Askania-Nova» in preserving the rare fauna of national and international importance*. 5 (4), pp. 3-12. Ukraine: Agricultural Science and Practice.
5. Hosu, E.G., Duțu, A. Bocșan, G., 2018. *Legal Protection of Cultural and Natural Heritage.* Bucharest: Romanian Academy & Legal Universe.
6. ICRC, n.d. *Treaty on the Protection of Artistic and Scientific Institutions and Historic Monuments (Roerich Pact). Washington, April 15, 1935.* Available at https://ihl-databases.icrc.org/en/ihl-treaties/roerich-pact-1935 [Accessed on: 07.04.2025].
7. Kovacs, I., 2018. Cultural heritage. [online] Heritage 100.ro. Available at https://patrimoniu100.ro/abc-ul-patrimoniului/patrimoniu-cultural/ [Accessed on: 06.04.2025].
8. Leal Filho, W., Eustachio, J. H.P., Fedoruk, M., Lisovska, T., 2024. *War in Ukraine: an overview of environmental impacts and consequences for human health.* [online] Available at: https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-resource [Accessed 21.04.2025].
9. Niculescu, C., 1979. *General Museology.* Bucharest: Digactică & Pedagogică.
10. Oprișan, I., 1986. *Protection of cultural heritage.* Bucharest: Meridiane.
11. Rotoiu, L.-C., 2021. *Restoration of historical monuments.* Bucharest: ACS.
12. Simionesu-Rîmniceanu, M., 1924. *History of Arts*. Bucharest: National Culture Publishing House.
13. Smith, L., 2006. *Uses of Heritage.* London: Routledge.
14. Ukrainan World Congress, 2024. *Russians devastate Askania-Nova reserve in ongoing ecocide.* [online] Available at: https://www.ukrainianworldcongress.org/russians-devastate-askania-nova-reserve-in-ongoing-ecocide/ [Accessed on: 22.04.2025].

15. Ukrainer, 2018. *Askania-Nova: The first steppe bioreserve.* [online] Available at: https://www.ukrainer.net/en/askania-nova/ [Accessed on: 15.04.2025].
16. UNESCO, 1954. *Convention for the Protection of Cultural Property in the Event of Armed Conflict (The Hague Convention)*. The Hague: UNESCO Publishing.
17. UNESCO, 1972. *Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage.* [pdf] Available at: https://whc.unesco.org/archive/convention-en.pdf [Accessed on: 18.04.2025].
18. UNESCO, 2015. "*Saving the cultural heritage of Iraq" \u2012 Director-General welcomes Adoption of the UN General Assembly Resolution*, [online] Available at: https://whc.unesco.org/en/news/1287 [Accessed on: 11.04.2025].
19. UNICRI, n.d. a. *International Conference on Environmental Crime.* [online] Available at: https://unicri.org/in_focus/on/environmental_crime [Accessed on: 12.04.2025].
20. UNICRI, n.d.b. *International Conference on Environmental Crime*. [online] Available at: https://unicri.org/in_focus/on/environmental_crime [Accessed on: 12.04.2025].
21. UNITED24 Media, 2024. *Ukraine Raports Ecological Devastations at Russian-Occupied Askania-Nova Natural Reserve.* [online] Available at: https://united24media.com/latest-news/ukraine-reports- [Accessed on: 21.04.2025].
22. UNHCR, 1977. *Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949, and relating to the Protection of Victims of International Armed Conflicts (Protocol I)* [pdf] Available at: https://www.refworld.org/legal/agreements/icrc/1977/en/104942 [Available at: 23.04.2025].
23. UNODC, n.d. *2nd Forest Crime. Special Points of Interest. Policy Implications.* [pdf] Available at: https://www.unodc.org/documents/data-and- [Accessed on: 11.04.2025].
24. UWEC, 2023. *Fires in Askania-Nova: Consequences of military occupation of a reserve.* [online] Available at: https://uwecworkgroup.info/fires-in-askania-nova-consequences-of-military-occupation-of-a-reserve/ [Accessed on: 21.04.2025].

25. White, R., 2013. Environmental crime and problem-solving courts. Crime, Law and Social Change. 59(3), pp.267-278. Springer Science & Fusiness Media Dordrechet.
26. Wilderness Society, E., 2025. *Przewalski's Horses and the Battle for the Steppe: The Story of Askania-Nova.* [online] Available at: https://wilderness-society.org/przewalskis-horses-and-the-battle-for-the-steppe-the-story-of-askania-nova/ [Accessed on: 20.04.2025].
27. Національна академія аграрних наук БІОСФЕРНИЙ ЗАПОВІДНИК «АСКАНІЯ-НОВА» імені Ф. Е. Фальц-Фейна, n. d. *Welcome to the Falz-Fein Biosphere Reserve "Askania Nova"!* [online] Available at: https://askania-nova-zapovidnik.gov.ua/en/ [Accessed on: 20.04.2025].

INTEGRACIJA EKOLOŠKE ODRŽIVOSTI U STRATEGIJE SIGURNOSTI I ZDRAVLJA NA RADU: CASE STUDY: ZGRADA KFW WESTARKADE (FRANKFURT, NEMAČKA)

INTEGRATION OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY INTO OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY STRATEGIES: CASE STUDY: KFW WESTARKADE BUILDING (FRANKFURT, GERMANY)

Stručni rad / Professional paper

Pred. VŠ Omanović Miran*

Almedina Šušić, student*

Nedžad Malkoč, student*

Sažetak

Ovaj rad istražuje povezanost između zelenog radnog okruženja i upravljanja rizicima, naglašavajući koristi integracije ekološki prihvatljivih praksi i sigurnosnih mjera u poslovanje. Savremene kompanije se suočavaju s izazovima očuvanja zdravlja zaposlenika i smanjenja ekološkog otiska, što ih potiče na usvajanje strategija koje spajaju zelene inicijative s sigurnosnim standardima. Analiziran je primjer organizacije koja je implementirala održive strategije, rezultirajući smanjenjem povreda i poboljšanjem zdravlja zaposlenika. Korištenje prirodnih materijala, optimizacija ventilacije i prirodno osvjetljenje doprinose fizičkom i mentalnom blagostanju radnika. Rad također ističe multidisciplinarni pristup koji povezuje ekologiju, sigurnost i menadžment ljudskih resursa, a kompanijama donosi ekološke koristi, smanjenje troškova i jačanje imidža. Na kraju, pružaju se praktične preporuke za unapređenje radnih prostora, naglašavajući da je stvaranje zelenog i sigurnog radnog okruženja investicija u budućnost kompanije.

Ključne riječi: *zeleni dizajn, održivost, sigurnost na radu, upravljanje rizicima, ekološke prakse*

* Visoka škola “CEPS – Centar za poslovne studije” Kiseljak, mail: miran.omanovic@ceps.edu.ba
* Visoka škola “CEPS – Centar za poslovne studije” Kiseljak, mail: susic.almedinaa@outlook.com
* Visoka škola “CEPS – Centar za poslovne studije” Kiseljak, mail: nedzadmalkoch@gmail.com

Abstract

This paper explores the connection between green work environments and risk management, emphasizing the benefits of integrating environmentally friendly practices and safety measures into business operations. Modern companies face challenges related to preserving employee health and reducing their environmental footprint, which encourages the adoption of strategies that combine green initiatives with safety standards. The paper analyzes a case study of an organization that implemented sustainable strategies, resulting in fewer workplace injuries and improved employee health. The use of natural materials, optimized ventilation, and natural lighting contributes to the physical and mental well-being of workers. The study also highlights a multidisciplinary approach that links ecology, safety, and human resource management, providing companies with environmental benefits, cost reduction, and an enhanced corporate image. Finally, practical recommendations are offered for improving workspaces, stressing that creating a green and safe working environment is an investment in the company's future.

Keywords: *green design, sustainability, occupational safety, risk management, ecological practices*
Ask ChatGPT

1. UVOD

Savremeno poslovno okruženje suočava se s izazovima održivosti i sigurnosti, pod pritiskom rastućih regulativa i očekivanja društva. Kompanije su primorane preispitati svoje operativne strategije i prilagoditi ih ekološkim i sigurnosnim standardima kako bi osigurale dugoročni uspjeh.
Zeleno radno okruženje podrazumijeva primjenu ekološki prihvatljivih praksi u dizajnu, organizaciji i održavanju radnog prostora, s ciljem smanjenja negativnog utjecaja na okoliš i poboljšanja kvaliteta života zaposlenika. To uključuje upotrebu održivih materijala, energetski efikasnih tehnologija, smanjenje emisija ugljika te stvaranje zdravijih unutrašnjih prostora. Studije pokazuju da zaposlenici koji rade u takvom okruženju bilježe veću produktivnost i nižu stopu bolovanja [3].
Istovremeno, upravljanje rizicima na radu uključuje prepoznavanje, procjenu i kontrolu potencijalnih opasnosti koje mogu ugroziti zdravlje i sigurnost zaposlenih. Ovi rizici mogu biti:

- fizički (npr. buka, neergonomski namještaj);

- hemijski (izloženost opasnim materijama);
- biološki (virusi, bakterije) i
- psihosocijalni (stres, sindrom izgaranja).

Integracija zelenih praksi u strategije upravljanja rizicima ne samo da smanjuje broj povreda i bolesti na radu, već i doprinosi većem zadovoljstvu i angažiranosti zaposlenika. Takvo radno okruženje postaje ključni faktor konkurentnosti kompanija u 21. vijeku [2]. Prema istraživanju Evropske agencije za sigurnost i zdravlje na radu [1], organizacije koje primjenjuju održive prakse bilježe nižu stopu povreda te smanjuju operativne troškove povezane s bolovanjem i fluktuacijom radne snage.

Ovaj rad analizira strategije, koristi i izazove integracije ekoloških i sigurnosnih mjera kroz stvarne primjere iz prakse, s ciljem pružanja uvida u najbolje prakse koje kompanijama omogućavaju unapređenje operacija i stvaranje zdravijeg i sigurnijeg radnog okruženja.



Slika 1. Zelena zgrada
Izvor: Autor

1.1. Koncept zelenog radnog mjesta

Koncept zelenih radnih mjesta obuhvata radna mjesta koja su ekološki prihvatljiva, resursno efikasna i društveno odgovorna, te doprinose zaštiti okoliša i ublažavanju klimatskih promjena [7]. Ona uključuju aktivnosti poput

smanjenja otpada, očuvanja bioraznolikosti i promocije obnovljivih izvora energije. Prema Međunarodnoj organizaciji rada [5], ova radna mjesta poboljšavaju učinkovitost korištenja resursa, smanjuju emisije stakleničkih plinova i podržavaju prilagodbu na klimatske promjene. Važno je razlikovati zelene proizvode i usluge od samih zelenih procesa, jer zelena radna mjesta ne moraju nužno proizvoditi ekološke proizvode.

Zelena radna mjesta igraju ključnu ulogu u održivom razvoju, potiču ekonomski rast, poboljšavaju zapošljavanje i mogu doprinijeti socijalnoj uključenosti i ravnopravnosti spolova ako su pravilno osmišljena i implementirana [8]. Promjene u klimi već sada značajno utječu na tržište rada, posebno u sektorima poput poljoprivrede, ribarstva i turizma. Ovi sektori, koji najviše ovise o prirodnim resursima, najranjiviji su, naročito u slabije razvijenim zemljama. Strategije prilagodbe i ulaganja u zelene tehnologije i infrastrukturu mogu stvoriti do 60 miliona novih radnih mjesta [4].

Zelene prakse mogu se integrisati u sve sektore poslovanja kroz niz konkretnih mjera koje doprinose smanjenju negativnog utjecaja na okoliš i poboljšanju kvalitete radnog okruženja. Pored rada od kuće, uštede energije i smanjenja putovanja — koje značajno reduciraju emisije stakleničkih plinova i operativne troškove — dodatne mjere uključuju korištenje obnovljivih izvora energije (npr. solarne i geotermalne energije), digitalizaciju procesa kako bi se smanjila potrošnja papira, implementaciju sistema za upravljanje otpadom i reciklažu, kao i korištenje biorazgradivih ili recikliranih materijala u kancelarijskoj opremi i namještaju. [8].

Također, sve više organizacija uvodi „zeleno nabavljanje “– politiku kojom se preferiraju dobavljači i proizvodi s certificiranim održivim karakteristikama, kao što su FSC certifikati za drvo ili EPEAT za elektroniku. Značajnu ulogu imaju i mjere poput smanjenja temperature grijanja i optimizacije ventilacijskih sistema, čime se ne samo povećava energetska efikasnost, već i kvaliteta zraka u zatvorenom prostoru, što direktno utiče na zdravlje zaposlenih.

Kako ističe Međunardona organizacija rada [17], integracija ovih praksi u poslovne strategije ne doprinosi samo zaštiti okoliša, već i poboljšava korporativnu reputaciju i dugoročnu otpornost organizacija.



Slika 2. Savremeno zeleno radno okruženje
*Izvor:https://miro.medium.com/v2/resize:fit:1100/format:webp/1*cbMAKVZJgNG50p6gxDuCwA.jpeg*

1.2. Definicija i karakteristike

Zeleno radno okruženje podrazumijeva radni prostor koji je osmišljen, organiziran i vođen s ciljem smanjenja negativnog utjecaja na okolinu, uz istovremeno poboljšanje zdravlja i produktivnosti zaposlenika. Takva okruženja ne samo da doprinose globalnim ekološkim ciljevima, već direktno utiču na kvalitetu života radnika, njihovo zadovoljstvo poslom i ukupnu efikasnost kompanije.

Ključne karakteristike zelenog radnog okruženja uključuju nekoliko aspekata:

Energetska efikasnost: Primjena energetski štedljivih tehnologija, poput LED rasvjete, pametnih termostata i senzora za svjetlo, može značajno smanjiti potrošnju električne energije. Prema istraživanju Međunarodne agencije za energiju [13], energetski efikasne poslovne zgrade troše i do 40% manje energije u odnosu na tradicionalne poslovne prostore.

Prirodni materijali: Korištenje održivih materijala, poput recikliranog drveta, bambusa i boja s niskim sadržajem hlapljivih organskih spojeva (VOC), poboljšava kvalitetu zraka i smanjuje izloženost zaposlenika štetnim hemikalijama [19].

Zelene površine i biofilni dizajn: Uvođenje biljaka u radni prostor poboljšava kvalitetu zraka, smanjuje stres i povećava koncentraciju zaposlenika. Studija objavljena u časopisu *Journal of Environmental Psychology* pokazala je da radnici u prostorijama s biljkama imaju 15% veću produktivnost u odnosu na one koji rade u sterilnim, bezličnim kancelarijama [10].

Održivo upravljanje otpadom: Implementacija programa reciklaže, kompostiranja i smanjenja plastike za jednokratnu upotrebu doprinosi odgovornom upravljanju resursima i smanjenju ekološkog otiska kompanija. Prema izvještaju Evropske komisije [1], kompanije koje imaju dobro razvijene programe reciklaže smanjuju količinu otpada i do 60%, čime ne samo da čuvaju resurse već i smanjuju troškove odlaganja otpada.

1.3. Prednosti za zaposlenike i kompanije

Implementacija zelenih praksi donosi višestruke koristi, kako za zaposlenike, tako i za same kompanije.

Zdravlje i dobrobit zaposlenika: Rad u prostoru s prirodnim osvjetljenjem, dobrom ventilacijom i visokokvalitetnim zrakom smanjuje umor, glavobolje i bolesti disajnog sistema. Istraživanje Svjetske zdravstvene organizacije [16] pokazalo je da poboljšana kvaliteta unutrašnjeg zraka može smanjiti stopu bolovanja zaposlenika i do 30%.

Povećana produktivnost i kreativnost: Kompanije koje primjenjuju principe zelenog dizajna bilježe povećanje radne efikasnosti zaposlenika. "Okruženje koje podržava fizičko i mentalno zdravlje zaposlenika doprinosi većoj produktivnosti, kreativnosti i inovativnosti" [14].

Pozitivan imidž kompanije: Ekološki osviještene kompanije lakše privlače nove talente i klijente koji cijene održivost. Osim toga, poslovanje u skladu s ekološkim standardima često otvara vrata novim tržištima i omogućava pristup povoljnijim finansijskim instrumentima, poput "zelenih" kredita i subvencija.

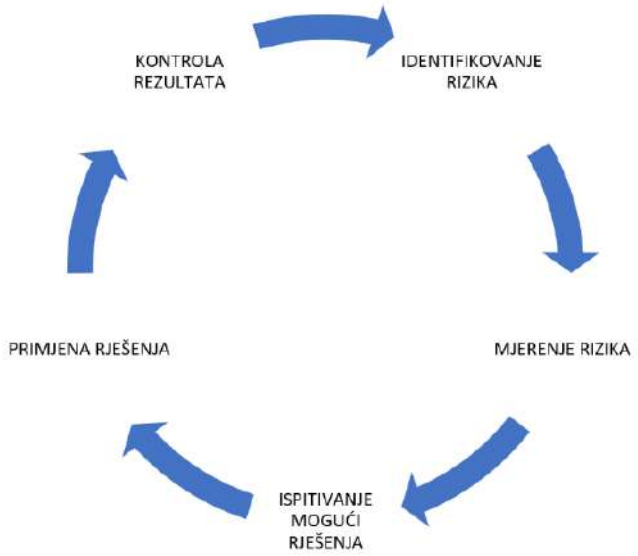
Smanjenje troškova: Iako ulaganje u ekološke tehnologije može zahtijevati inicijalne troškove, dugoročno se pokazuje kao isplativo. Primjena energetski efikasnih rješenja i optimizacija resursa smanjuje operativne troškove kompanije. Prema analizi *Harvard Business Review* [12], kompanije koje su prešle na održive poslovne modele ostvarile su smanjenje ukupnih troškova poslovanja od 20% do 30% u periodu od pet godina.

Zeleno radno okruženje, dakle, nije samo trend već strateška odluka koja pozitivno utiče na sve aspekte poslovanja. Kompanije koje ulažu u ekološki prihvatljive prakse ne samo da doprinose očuvanju okoliša, već i ostvaruju bolje rezultate u pogledu efikasnosti, sigurnosti i zadovoljstva zaposlenika.

2. UPRAVLJANJE RIZICIMA NA RADU

2.1. Identifikacija i procjena rizika

Upravljanje rizicima na radu obuhvata sistematski pristup identifikaciji, procjeni i kontroli opasnosti koje mogu uticati na zdravlje i sigurnost zaposlenika. Prepoznavanje rizika u radnom okruženju ključno je za razvoj preventivnih mjera koje smanjuju povrede, profesionalne bolesti i stres povezan s poslom.



Slika 3. Diagram upravljanja rizicima na radu
Izvor: Sopstveni izvor

2.2. Postoje različite vrste radnih rizika:

Fizički rizici uključuju nepravilno organizovano radno mjesto, poput loše postavljenih stolova, neergonomskih stolica, ili nepravilno pozicioniranih monitora, što može dovesti do naprezanja mišića i kostiju, loše držanje tijela, a time i potencijalnih ozljeda. Također, loša ergonomija, buka, vibracije, ekstremne temperature i izloženost zračenju također predstavljaju značajne rizike. Na primjer, dugotrajno sjedenje u lošem položaju može dovesti do mišićno-koštanih oboljenja, dok visoka razina buke povećava rizik od gubitka sluha [18].

Hemijski rizici proizlaze iz izloženosti štetnim supstancama, poput isparenja rastvarača, azbesta, pesticida ili teških metala. Studija Evropske agencije za sigurnost i zdravlje na radu [1] pokazala je da su radnici u proizvodnim sektorima posebno izloženi hemijskim spojevima koji mogu izazvati respiratorne i dermatološke probleme.

Psihosocijalni rizici odnose se na stres, rad pod pritiskom, duge radne sate i konfliktne međuljudske odnose. Hronični stres na radnom mjestu povećava rizik od kardiovaskularnih bolesti, depresije i sindroma sagorijevanja na poslu [16].

Procjena rizika ključan je korak u upravljanju sigurnošću. Ova procjena obuhvata identifikaciju mogućih opasnosti, analizu njihove vjerovatnoće i ozbiljnosti, te implementaciju mjera za njihovo ublažavanje. Efikasna procjena rizika dovodi do smanjenja broja povreda, smanjenja troškova bolovanja i poboljšanja opće radne atmosfere [12].

2.3. Strategije za smanjenje rizika u radno okruženju

Osiguranje sigurne radne okoline zahtijeva sveobuhvatan pristup koji obuhvata tehničke, organizacione i individualne mjere za smanjenje profesionalnih rizika. Svaki od ovih pristupa ima svoju ključnu ulogu u unapređenju sigurnosti i zdravlja radnika, te se njihova integracija preporučuje kao najbolja praksa.

Tehničke mjere uključuju implementaciju modernih sigurnosnih sistema i naprednih tehnologija s ciljem smanjenja izloženosti opasnostima. Automatizacija proizvodnih procesa značajno umanjuje potrebu za direktnim fizičkim kontaktom radnika sa opasnim mašinama, čime se smanjuje rizik od mehaničkih povreda [17]. Osim toga, primjena visokokvalitetnih ventilacionih sistema poboljšava kvalitet unutrašnjeg zraka u zatvorenim prostorima. Na taj način, radnici su manje izloženi štetnim hemikalijama, česticama i isparenjima koji mogu izazvati respiratorne i druge zdravstvene probleme.

Organizacione mjere odnose se na sistemsko upravljanje sigurnošću kroz razvoj i primjenu odgovarajućih procedura, pravilnika i planova obuke. Ključno je kontinuirano educirati radnike o sigurnosnim protokolima i preventivnim praksama. Kompanije koje redovno provode sigurnosne treninge i simulacije nesreća bilježe do 25% manje povreda na radu. Pored toga, jasno definisane odgovornosti i pravovremena evaluacija rizika omogućavaju organizacijama da efikasno odgovore na potencijalne prijetnje.

Individualne mjere, posebno one koje se odnose na ergonomiju radnog mjesta, podrazumijevaju prilagođavanje okruženja fizičkim i psihološkim potrebama zaposlenika. Korištenje podesivih stolica, stolova i ergonomski oblikovanih tastatura može značajno smanjiti pojavu mišićno-koštanih oboljenja, poput sindroma karpalnog tunela ili bolova u donjem dijelu leđa. Prema Smith i Taylor [19], kompanije koje ulažu u ergonomsku prilagodbu radnih mjesta bilježe povećanje zadovoljstva zaposlenih i smanjenje izostanaka zbog bolesti.

Dodatno, važno je spomenuti i psihosocijalne faktore, koji često ostaju zanemareni. Stres na radnom mjestu, preopterećenost poslom i neadekvatna komunikacija također predstavljaju značajne rizike za zdravlje zaposlenih. Uvođenje programa podrške mentalnom zdravlju, fleksibilnog radnog vremena i otvorene komunikacije među timovima doprinosi stvaranju pozitivne radne atmosfere i smanjuje mogućnost sagorijevanja zaposlenika.
Konačno, efikasno smanjenje rizika u radnom okruženju ne zavisi samo od tehnologije ili pravila, već i od kulture sigurnosti koja se njeguje unutar organizacije. Uspješna integracija tehničkih, organizacionih i personalizovanih mjera zahtijeva zajednički angažman svih aktera – od menadžmenta do svakog pojedinačnog zaposlenika.

Integracija održivosti i sigurnosti

Savremeni pristupi upravljanju radnim okruženjem sve više naglašavaju potrebu za integracijom ekoloških inicijativa i sigurnosnih mjera. Ova sinergija omogućava stvaranje zdravijih, sigurnijih i otpornijih radnih mjesta, gdje se ne samo smanjuje ekološki otisak, već se istovremeno poboljšavaju radni uslovi zaposlenika. Prema izvještaju Međunardone organizacije rada [22], kompanije koje aktivno primjenjuju ekološke i sigurnosne standarde bilježe povećanje produktivnosti i smanjenje broja bolovanja zaposlenika.
Jedan od ključnih primjera održivog i sigurnog radnog okruženja jeste prelazak na ekološki prihvatljive materijale i proizvode. Upotreba neotrovnih boja, ekološki certificiranih kancelarijskih materijala i organskih sredstava za čišćenje značajno smanjuje rizik od hemijskih povreda i alergijskih reakcija. Studija Green Building Council [20] pokazala je da kompanije koje su prešle na neotrovan kancelarijski materijal primjećuju smanjenje respiratornih problema zaposlenika za čak 30%. Nadalje, izbjegavanje plastike i sintetičkih materijala u kancelarijama doprinosi smanjenju izloženosti štetnim hemikalijama koje mogu negativno uticati na zdravlje zaposlenika [23].
Dodatno, uvođenje prirodne rasvjete i energetski efikasnih sistema donosi brojne benefite za zdravlje i produktivnost radnika. Nedostatak prirodne svjetlosti često je povezan sa povećanim stresom, glavoboljama i smanjenom koncentracijom. Studija Harvard School of Public Health [26] pokazala je da zaposleni koji rade u prostorijama s obiljem prirodnog svjetla imaju niže nivoe stresa i poboljšanu kognitivnu funkciju u poređenju sa onima koji rade pod umjetnim osvjetljenjem.
Ulaganjem u pametne sisteme ventilacije i filtracije zraka, kompanije mogu značajno smanjiti prisutnost zagađivača u zatvorenom prostoru, čime se poboljšava kvaliteta zraka i smanjuju zdravstveni rizici. Istraživanja pokazuju

da optimizacija kvalitete zraka u radnom prostoru može povećati produktivnost zaposlenika za do 8% [24]
Kombinovanjem ekoloških i sigurnosnih inicijativa, organizacije ne samo da poboljšavaju zdravlje i dobrobit svojih zaposlenika, već i dugoročno smanjuju operativne troškove i poboljšavaju svoj imidž kao društveno odgovornih subjekata.

3. STUDIJA SLUČAJA - KFW WESTARKADE – FRANKFURT

Jedan od najistaknutijih primjera uspješne integracije zelenih praksi i mjera upravljanja rizicima u poslovnom okruženju jeste zgrada KfW Westarkade u Frankfurtu, Njemačka. Ova zgrada, koja pripada Njemačkoj razvojnoj banci KfW, otvorena je 2010. godine i ubrzo je postala sinonim za energetski efikasnu i održivu arhitekturu. Projekt su razvili arhitektonski studio Sauerbruch Hutton, a već tada je zgrada ocijenjena kao jedna od energetski najefikasnijih kancelarijskih zgrada u svijetu.



Slika 4. KFW WESTARKADE- energetski najefikasnija poslovna zgrada na svijetu
Izvor: https://www.kfw.de/Bilder/B%C3%BChnenbilder-Startseite-KfW.de/Themenb%C3%BChne_IPEX_KfW_2648_736px_696x392.jpg

KfW Westarkade koristi niz održivih tehnologija koje omogućavaju godišnju potrošnju energije manju od 100 kWh/m^2. Sistem prirodne ventilacije, trodimenzionalna fasada s automatski upravljanim lamelama, betonska jezgra

za termalnu akumulaciju, kao i geotermalne pumpe i fotonaponski sistemi, čine jezgro ovog projekta [25].

Međutim, ono što ovaj projekat izdvaja nije samo impresivna energetska efikasnost, nego i jasna usmjerenost ka stvaranju zdravog radnog okruženja, što direktno utiče na smanjenje rizika po zdravlje zaposlenika. Korišteni su materijali s niskim emisijama VOC-a (hlapljivih organskih jedinjenja), dok su prostori projektovani tako da maksimalno koriste dnevnu svjetlost i omogućuju prirodnu cirkulaciju svježeg zraka. Time se smanjuju rizici od respiratornih bolesti i sindroma bolesne zgrade (Sick Building Syndrome).

Zaposleni u KfW Westarkade imaju pristup prirodnom svjetlu u više od 80% radnih prostora, što je direktno povezano s poboljšanjem psihofizičkog zdravlja i produktivnosti. Prema studiji Harvard T.H. Chan School of Public Health [26], radnici koji rade u prostorima s prirodnim osvjetljenjem imaju za 51% manje slučajeva glavobolje i osjećaja umora.

Također, dizajn zgrade omogućava fleksibilan raspored kancelarija i radnih stanica, čime se smanjuju rizici povezani s ergonomskim problemima i povećava zadovoljstvo zaposlenih. KfW tako ostvaruje sinergiju između arhitekture, održivosti i sigurnosti – „forma prati funkciju, ali i zdravlje“, kako ističu autori projekta.

Osim toga, KfW provodi interne politike upravljanja rizicima koje uključuju redovne sigurnosne provjere, edukaciju zaposlenih i simulacije evakuacija. Zgrada je opremljena naprednim sistemima detekcije dima, inteligentnim upravljanjem zgradom (BMS), a svi radni prostori imaju personalizovane kontrole temperature i ventilacije.

Ovakav pristup pokazuje kako zeleni dizajn može biti istovremeno estetski, funkcionalan i sigurnosno odgovoran. KfW Westarkade postavlja visoke standarde za nove generacije poslovnih objekata, gdje održivost više nije dodatak, već osnovna komponenta kvalitete radnog okruženja.

Zgrada KfW Westarkade u Frankfurtu je dobar primjer integracije zelenih praksi u radnu okolinu i upravljanju rizicima na radu.

1. Certifikati i standardi održivosti: KfW Westarkade je postigla visok nivo održivosti i sertifikovana je prema standardima poput LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) i DGNB (German Sustainable Building Council). To ukazuje na njen doprinos smanjenju ekološkog otiska, smanjenju emisije ugljen-dioksida i efikasnom korištenju resursa. Ovi certifikati potvrđuju da zgrada nije samo estetski ugodna, već i ekološki odgovorna, što je ključni faktor za smanjenje rizika vezanih uz okoliš.
2. Zeleni krov i prozračnost: Zgrada KfW Westarkade je opremljena zelenim krovom koji ne samo da doprinosi smanjenju temperaturnih razlika

unutar zgrade, nego također filtrira zrak i smanjuje urbanu toplotnu ostrvu. Ovaj aspekt može doprinositi smanjenju respiratornih problema zaposlenika, čime se smanjuje rizik od zdravstvenih problema povezanih s lošim kvalitetom zraka.

3. Zeleni prostori i produktivnost: Zeleni prostori u radnim okruženjima ne samo da poboljšavaju kvalitetu zraka, već mogu imati i pozitivan učinak na mentalno zdravlje i produktivnost zaposlenika. Za KfW Westarkade, ova praksa može poboljšati kognitivnu funkciju i smanjiti stres među zaposlenicima, čime se stvara otpornije radno okruženje.
4. Upotreba ekoloških materijala: KfW Westarkade koristi ekološki prihvatljive materijale za gradnju, uključujući reciklirane materijale, nisko-emisijske boje i neotrovne građevinske materijale. Ovi materijali smanjuju izloženost zaposlenika potencijalno opasnim hemikalijama, čime se smanjuje rizik od alergijskih reakcija, trovanja i dugoročnih zdravstvenih problema.
5. Energetska efikasnost i smanjenje troškova: Osim ekološke koristi, energetska efikasnost zgrade znači i značajne uštede u energiji, što pomaže kompaniji da smanji operativne troškove. To ne samo da podržava održivost, nego također smanjuje rizike povezane s fluktuacijama cijena energije i čini radnu okolinu stabilnijom i otpornijom na ekonomske promjene.
6. Usklađenost sa zakonodavstvom i standardima: KfW Westarkade se oslanja na rigorozne ekološke i sigurnosne regulative koje omogućavaju usklađivanje sa zakonodavstvom EU u vezi sa zaštitom okoliša i zdravlja na radu. Ovaj aspekt daje još jednu dimenziju njenoj održivosti, jer ne samo da smanjuje vlastiti ekološki otisak, već također pruža sigurno radno okruženje za zaposlene, u skladu s najnovijim industrijskim normama.

Deset ključnih informacija o zgradi KfW Westarkade:

1. Najenergetski efikasnija poslovna zgrada na svijetu (prema podacima iz 2011.) KfW Westarkade je projektirana da troši manje od 100 kWh/m^2 godišnje, postavljajući rekord kao najenergetski efikasnija poslovna zgrada pri svom otvaranju.
2. Inovativna “disajuća” fasada
   Zgrada posjeduje naprednu fasadnu tehnologiju koja omogućava automatsko otvaranje i zatvaranje prozora, zavisno o vanjskim vremenskim uvjetima, smanjujući potrebu za klimatizacijom većinu godine.
3. Uravnotežena kombinacija pasivnih i aktivnih energetskih strategija

Westarkade koristi geotermalne izvore energije, prirodnu ventilaciju, podzemnu vodu za hlađenje i fotonaponske sisteme kako bi postigla visoku energetsku efikasnost, smanjujući potrošnju energije.

4. Značajno smanjene emisije CO_2

Zgrada emitira više od 50% manje CO_2 od prosječne poslovne zgrade u Europi iste veličine, čime se značajno doprinosi smanjenju ugljičnog otiska.

5. Prestižni DGNB Platinum certifikat

Westarkade je nagrađena najvišim certifikatom Njemačkog vijeća za održivu gradnju (DGNB), potvrđujući izuzetnu održivost u svim fazama njenog životnog ciklusa.

6. Izrađena za dugoročnu održivost (100+ godina)

Za razliku od tipičnih poslovnih zgrada čiji je životni vijek oko 50 godina, Westarkade je projektovana tako da traje najmanje dvostruko duže, čime osigurava dugoročnu ekološku i ekonomsku vrijednost.

7. Optimizirano prirodno osvjetljenje

Više od 80% unutrašnjih prostora zgrade ima pristup prirodnom dnevnom svjetlu, čime se značajno smanjuje potreba za korištenjem umjetne rasvjete i ostvaruje energetska ušteda.

8. Pionir u tehnologiji “nulte energije za hlađenje”

Zgrada se ljeti hladi isključivo hladnom podzemnom vodom, bez potrebe za korištenjem tradicionalnih rashladnih uređaja, što smanjuje energetske zahtjeve i troškove održavanja.

9. Napredno upravljanje potrošnjom energije

BMS (Sustav za upravljanje zgradom) omogućava kontinuiranu optimizaciju ventilacije, grijanja i rasvjete u stvarnom vremenu, poboljšavajući energetsku učinkovitost i smanjujući operativne troškove.

10. Model za buduće energetske smjernice u EU

KfW Westarkade postavila je visoke standarde koji su poslužili kao osnova za razvoj novih smjernica i regulativa o energetskoj efikasnosti poslovnih zgrada na razini Europske unije.

LITERATURA

[1] European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). (2022). *Green Workplaces and Risk Management. Luxembourg: Publications Office of the European Union.*

[2] Jones, P., & Williams, R. (2020). Sustainability and Occupational Health*: A Strategic Approach. London: Routledge.*

[3] Smith, J., Brown, L., & Taylor, M. (2021). *The Impact of Green Office Environments on Employee Productivity and Well-being. Journal of Environmental Psychology, 34(2), 112-128.*
[4] ILO. (2012). Working towards sustainable development*: Opportunities for decent work and social inclusion in a green economy. Geneva: International Labour Organization.*
[5] ILO. (2016). Green jobs*: Improving the climate for gender equality too!. Geneva: International Labour Organization.*
[6] ILO. (2018). World Employment and Social Outlook 2018*: Greening with jobs. Geneva: International Labour Organization.*
[7] Šijaković, M. (2016). *Zelena ekonomija i održivi razvoj. Banja Luka: Ekonomski fakultet.*
[8] ZEZ. (2015). *Zelena radna mjesta – Pregled mogućnosti i izazova. Zagreb: Zelena energetska zadruga.*
[9] Kovačević, R. (2020)*. Zelena radna mjesta i tržište rada. Zagreb: Ekonomski fakultet*
[10] Brown, T., Green, M., & White, P. (2019). *The Impact of Biophilic Design on Workplace Productivity. Journal of Environmental Psychology, 55(3), 78-92.*
[11] European Commission. (2022). Sustainable Waste Management in European Workplaces. Brussels: EU Publications Office.
[12] Harvard Business Review. (2022). *The Business Case for Sustainability: Long-term Cost Savings and Efficiency. Boston: Harvard Business Publishing.*
[13] International Energy Agency (IEA). (2021). *Energy Efficiency in Commercial Buildings: Trends and Best Practices. Paris: IEA.*
[14] Jones, K., & White, R. (2020). *Sustainability and Employee Well-being: A Corporate Approach. New York: Springer.*
[15] Smith, L., Williams, J., & Taylor, R. (2020). *Eco-friendly Materials in Office Spaces: Impact on Air Quality and Health. Sustainable Buildings Journal, 28(4), 211-230.*
[16] World Health Organization (WHO). (2021). *Indoor Air Quality and Occupational Health. Geneva: WHO Publications.*
[17] International Labour Organization. (2021). Ensuring safety and health at work in a changing climate. Geneva: ILO.
[18] Occupational Safety and Health Administration. (2022). *Workplace Safety and Health Training Statistics. Washington, DC: U.S. Department of Labor.*
[19] Smith, L. & Taylor, R. (2020). *Workplace Ergonomics: Principles and Applications. New York: Springer.*
[20] Green Building Council. (2022). *The Impact of Eco-friendly Workspaces on Employee Health.*

[21] Harvard School of Public Health. (2021*). Natural Light and Workplace Productivity: A Scientific Approach.*
[22] International Labour Organization. (2022). *Sustainable Work Environments and Employee Well-being.*
[23] Smith, J., & Taylor, R. (2021). *Eco-friendly Office Spaces and Their Role in Occupational Health.*
[24] World Green Economy Report. (2023). *Sustainable Practices in Corporate Environments: Benefits and Challenges.*
[25] Sauerbruch Hutton (2011). KfW Westarkade. Arhitektonski opis projekta. Preuzeto sa: www.sauerbruchhutton.de
[26] Harvard T.H. Chan School of Public Health (2021). *Impact of Indoor Environmental Quality on Cognitive Function.*
[27] World Green Building Council (2022). *Health, Wellbeing & Productivity in Offices.*

UTJECAJ ALERGENA NA ZDRAVLJE LJUDI: OD IMUNOLOŠKIH ODGOVORA DO KLINIČKIH MANIFESTACIJA

THE IMPACT OF ALLERGENS ON HUMAN HEALTH: FROM IMMUNE RESPONSES TO CLINICAL MANIFESTATIONS

Pregledni rad / Review paper

Daliborka Vukmanić mag.med.techn., predavač*
Đurđica Grabovac mag.med.techn., viši predavač*
Ivan Pokec mag.med.techn., predavač*
Ivan Tolić, student*

Sažetak

Alergeni su tvari koje mogu izazvati pretjerani imunološki odgovor kod osjetljivih osoba, a njihova prisutnost u okolišu, hrani i na radnom mjestu značajno utječe na zdravlje ljudi. Učestalost alergijskih bolesti, uključujući alergijski rinitis, astmu, urtikariju, angioedem i anafilaksiju, u porastu je širom svijeta, osobito u razvijenim zemljama. Alergije na hranu predstavljaju sve ozbiljniji javnozdravstveni problem, a njihova prevalencija raste uslijed kombinacije genetskih i okolišnih čimbenika. Urbanizacija, zagađenje zraka i zapadnjački način života dodatno doprinose razvoju respiratornih alergija. Osim fizičkih simptoma, alergijske bolesti često su povezane s psihološkim poteškoćama poput anksioznosti, depresije i smanjene kvalitete života. Stoga je važno provoditi ranu dijagnostiku, razvijati preciznije dijagnostičke metode te osigurati edukaciju i pravovremeno liječenje kako bi se smanjio negativan utjecaj alergena na zdravlje i dobrobit oboljelih.

Ključne riječi: alergija, alergeni, alergijske bolesti.

Abstract

* Veleučilište u Bjelovaru, mail: dvukmanic@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, mail: dgrabovac@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, mail: ipokec@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, mail: itolic@vub.hr

Allergens are substances that can trigger an exaggerated immune response in sensitive individuals, and their presence in the environment, food, and workplace significantly affects human health. The prevalence of allergic diseases, including allergic rhinitis, asthma, urticaria, angioedema, and anaphylaxis is increasing globally, particularly in developed countries. Food allergies have become a serious public health concern, with prevalence rising due to a combination of genetic predisposition and environmental factors. Urbanization, air pollution, and Western lifestyle habits further contribute to the development of respiratory allergies. In addition to physical symptoms, allergic diseases are often associated with psychological issues such as anxiety, depression, and reduced quality of life. Therefore, early diagnosis, the development of more accurate diagnostic methods, patient education and timely treatment are crucial in reducing the negative impact of allergens on health and overall well-being.

Keywords: allergy, allergens, allergic diseases.

1. UVOD

Alergija je promijenjena reakcija imunološkog sustava na specifičnu, neškodljivu tvar ili više njih pod nazivom alergeni. Alergen je tvar (obično protein) koja može izazvati imunološki odgovor koji može dovesti do alergijske reakcije. Većina alergena djeluje preko IgE posredovanog puta, ali neki nealergeni okidači mogu djelovati neovisno o IgE kao na primjer, putem izravne aktivacije mastocita (Dribin i sur.,2022). Najčešći alergeni uključuju različite tvari iz okoliša ili hrane, pri čemu su najčešći oni koji ulaze u tijelo putem dišnog sustava, dok su rjeđi alergeni iz hrane ili lijekova. Kontakt osjetljivih osoba s tim tvarima izaziva otpuštanje upalnih tvari iz stanica, poput onih u sluznicama očiju i dišnog sustava, što dovodi do simptoma alergije kao što su kihanje, kašljanje, curenje i začepljenost nosa, osip te u najgorem slučaju oticanje (Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2019). Povećana prevalencija alergija posebno je izražena među djecom, koja su posljednjih dvadeset godina najviše pogođena ovim porastom. Stope astme kreću se od 1% do 20%, alergijskog rinitisa od 1% do 18%, dok se kožne alergije javljaju u rasponu od 2% do 10% u različitim populacijama (Gutowska-Ślesik i sur., 2022). Prema novijim istraživanjima ukupno 8-10% svjetske populacije pati od jedne ili više alergijskih bolesti od blagog rinitisa do teške anafilaksije ili astme (Aldakheel, 2021). Svjetska zdravstvena organizacija postavila je alergijske bolesti kao

jedan od tri globalna prioriteta za razvoj preventivnih strategija (Topalušić, 2024).

2. METODE

Rad je nastao temeljem prikupljanja podataka stručne i znanstvene literature korištenjem baza podataka poput PubMed, Portala hrvatskih znanstvenih i stručnih časopisa - Hrčak, Google Scholar, Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo i digitalnih akademskih arhiva i repozitorija. Korišteni su pojmovi poput „alergija“, „alergeni“, „alergijske bolesti“. Uključeni su pregledni i originalni radovi objavljeni u recenziranim časopisima te relevantni članci koji pružaju najnovije spoznaje o prevalenciji, mehanizmima i utjecaju alergena na ljudsko zdravlje.

3. REZULTATI

Analizirani radovi pokazuju porast prevalencije alergijskih bolesti, posebno u urbanim sredinama. Najčešći alergeni uključuju pelud, grinje, dlaku kućnih ljubimaca, određene vrste hrane te lateks. Alergeni uzrokuju reakcije od blagih (rinitis, konjunktivitis, dermatitis) do teških kao što je anafilaksija. Utvrđena je povezanost između izloženosti alergenima u ranom djetinjstvu te razvoja astme i atopijskih bolesti.

3.1. Opći podaci

Alergeni su tvari koje izazivaju alergiju, a svojstva i priroda alergena su različiti. U alergene svrstavamo pelud biljaka trave, korova i drveća, sastojke kućne prašine i alergene iz hrane poput kikirikija, sezama, jaja i mlijeka (Lovrek Seničić i sur., 2020). Imunološki sustav ima ključnu ulogu u održavanju zdravlja i zaštiti ljudskog tijela od infekcija. Isti taj sustav može izazvati pretjerane imunološke i upalne odgovore koji dovode do štetnih posljedica, poznatih kao reakcije preosjetljivosti. Postoje četiri osnovne klasifikacije reakcija preosjetljivosti: tip I, tip II, tip III i tip IV. Reakcije se mogu manifestirati u različitim dijelovima tijela i uključivati stanja poput nazalnog alergijskog rinitisa ili peludne groznice, očnog alergijskog konjunktivitisa, često uzrokovanog sezonskim alergenima poput peludi ili spora plijesni, dermatoloških problema poput koprivnjače, atopijskog dermatitisa, angioedema mekih tkiva, plućnih reakcija poput alergijske astme, te sistemskih reakcija koje mogu biti opasne po život, poput anafilaksije. Određeni čimbenici

rizika mogu povećati vjerojatnost razvoja alergijskih bolesti (Moussa i sur., 2023). Pregled najnovijih istraživanja o alergijama na hranu u posljednjim godinama pokazuje da je alergija na hranu ozbiljan javnozdravstveni problem koji pogađa oko 8% djece i 10% odraslih u razvijenim zemljama. Prevalencija alergija na hranu varira širom svijeta, a porast je uglavnom povezan s čimbenicima okoliša, u kombinaciji s genetskom osjetljivošću na te promjene. Točna dijagnoza alergije na hranu od izuzetne je važnosti. Novi testovi, poput testa aktivacije bazofila, te poboljšana optimizacija podataka dobivenih postojećim testovima (kao što su kožni prick test i mjerenje specifične razine IgE), mogu poboljšati preciznost dijagnoze i dobrobit za pacijenta. Prevencija je ključna za smanjenje porasta prevalencije alergija na hranu (Barth i sur., 2024). Povećana stopa urbanizacije, praćena visokim razinama emisija iz motornih vozila te usvajanje zapadnjačkog načina života, značajno su povezani s porastom prevalencije respiratornih alergijskih bolesti i bronhijalne astme, što je posebno izraženo tijekom posljednjih desetljeća u većini industrijaliziranih zemalja (D'Amato i sur., 2016). U Republici Hrvatskoj i u Srednjoj Europi noviji epidemiološki podatci ukazuju na porast obolijevanja od alergijskog rinitisa (AR) i atopijskog dermatitisa (AD). Gubitak kontakta s biološki raznolikim vrstama iz okoliša te klimatske promjene i onečišćenje zraka povezuju se s navedenim trendovima. Strategije prevencije alergijskih bolesti usmjerene na bolji kontakt ljudskog organizma s prirodom te smanjenje onečišćenja zraka upućuju na potrebu daljnjeg praćenja epidemioloških trendova u populaciji (Topalušić,2024.)

3.2. Kliničke manifestacije alergije

Alergijski rinitis je klinički sindrom koji nastaje kao posljedica alergijske upale nosne sluznice, a ubraja se među najčešće oblike kroničnog rinitisa u dječjoj populaciji. Etiološki je povezan sa senzibilizacijom na specifične alergene, među kojima se najčešće nalaze grinje iz kućne prašine te peludi stabala, trava i korova. Klinička slika alergijskog rinitisa uključuje karakteristične simptome poput učestalog kihanja, svrbeža nosa, rinoreje (pojačanog izlučivanja nosne sluzi) te otečenosti nosne sluznice koja uzrokuje osjećaj opstrukcije dišnih putova. U značajnom broju slučajeva, uz nazalne simptome javlja se i alergijski konjunktivitis, kojeg obilježavaju suzenje očiju i konjunktivalni svrbež (Popović, 2007).

Urtikarija, poznata i kao koprivnjača, predstavlja kliničko stanje koje se očituje pojavom crvenih, edematoznih promjena iznad razine kože. Spada u reakcije preosjetljivosti ranog (imunološkog) tipa. Urtikarija se klasificira na akutnu,

koja obično traje do tri tjedna, ponavljajuću, s trajanjem do tri mjeseca, te kroničnu, koja može potrajati godinama uz povremena pogoršanja i poboljšanja. Klinički simptomi uključuju svrbež, osip i lokalizirano crvenilo, a u nekim slučajevima mogu se razviti i simptomi alergijskog rinitisa ili konjunktivitisa (Lovrek Seničić i sur., 2020).
Angioedem (Quinckeov edem) označuje pojavu akutnog edema kože ili sluznica najčešće uzrokovanu ranom reakcijom preosjetljivosti, koji često prati urtikariju. Klinički se očituje naglom, izraženom oteklinom, najčešće na području usana, vjeđa, jezika, ždrijela i grkljana. Zbog oticanja struktura gornjih dišnih putova, posebno ždrijela i grkljana, može doći do značajne opstrukcije disanja, što predstavlja hitno medicinsko stanje. U takvim slučajevima može biti indicirana hitna intubacija ili izvođenje traheotomije (Lovrek Seničić i sur., 2020).

3.3 Anafilaksija

Anafilaksija je akutna, sistemska alergijska reakcija brzog početka, koja može ugroziti život i zahtijeva hitno medicinsko zbrinjavanje. Nastaje kao odgovor na različite alergene, među kojima su najčešći ubodi insekata, određene namirnice i lijekovi. Karakterizira je iznenadni razvoj ozbiljnih respiratornih, kardiovaskularnih i/ili gastrointestinalnih simptoma, često unutar nekoliko sekundi do nekoliko minuta nakon izlaganja alergenu. Klinička slika može uključivati crvenilo kože, urtikariju, suzenje očiju, angioedem (posebno usana, jezika i grla), otežano disanje, stridor, znakove anafilaktičkog šoka (hipotenziju i tahikardiju), poremećaj svijesti te u najtežim slučajevima srčani zastoj. Ključno je uklanjanje uzročnog alergena – primjerice, uklanjanje žalca kod uboda insekta ili prekid primjene lijeka (Demain i sur., 2010). Prva linija terapije u liječenju anafilaksije je intramuskularna primjena adrenalina (epinefrina) u anterolateralni dio bedra, koji treba primijeniti što ranije. U liječenju anafilaksije adrenalin se dozira prema tjelesnoj težini od 0,01 mg/kg upotrebom otopine 1:1000 (1mg/ml) do maksimalne doze 0,5 ml u odraslih i 0,3 ml u djece. Dodatna terapija kao što su antihistaminici, infuzijske otopine i steroidi mogu se primijeniti kao potporna terapija ali ne smiju odgoditi primjenu adrenalina (Barshow i sur.,2024). Osobama s dokazanom alergijom, posebice na otrov kukaca ili određene prehrambene alergene, preporučuje se nošenje autoinjektora adrenalina. Unatoč porastu incidencije anafilaksije u svim dobnim skupinama, osobito u populaciji mlađoj od 20 godina, smrtnost povezana s ovim stanjem pokazuje tendenciju pada zahvaljujući unapređenju dijagnostike i pravovremenom liječenju. Anafilaksija i dalje ostaje često

podcijenjena i nedovoljno prepoznata, posebice u kontekstu reakcija izazvanih ubodima insekata, pri čemu se neadekvatno koristi adrenalin kao osnovni terapijski postupak (Demain i sur., 2010).

3.4. Utjecaj alergija na mentalno zdravlje

Vidljive kožne promjene i uporni svrbež, karakteristični za brojne alergijske bolesti, mogu dovesti do povlačenja iz društvenih aktivnosti i smanjenja kvalitete socijalnog života, što posljedično može negativno utjecati na mentalno zdravlje oboljele osobe. Poremećaji spavanja, koji su česti kod osoba s kroničnim alergijama kao što su alergijski rinitis ili atopijski dermatitis, dodatno pridonose razvoju psiholoških tegoba poput anksioznosti, depresije i smanjene kognitivne funkcije. Sve je više dokaza koji upućuju na to da inflamatorni odgovor imunološkog sustava, izazvan alergijama, može imati ključnu ulogu u nastanku ili pogoršanju mentalnih poremećaja. Osim bioloških čimbenika, psihološki stres se sve češće prepoznaje kao potencijalni zajednički mehanizam koji može djelovati kao okidač i za alergijske reakcije i za psihološke poremećaje, naglašavajući kompleksnu međuovisnost imunološkog i neuropsihijatrijskog sustava (Budu-Aggrey i sur., 2010).

4. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Rezultati pokazuju da su genetski i okolišni čimbenici ključni u razvoju alergija. Klimatske promjene doprinose produljenju sezone peludi i povećanju koncentracije alergena u zraku. Alergeni imaju značajan utjecaj na zdravlje ljudi. Potrebna su daljnja istraživanja u cilju bolje prevencije, ranog otkrivanja i liječenja. Edukacija stanovništva i zdravstvenih djelatnika ključna je za smanjenje zdravstvenih i ekonomskih posljedica alergijskih bolesti. Sveobuhvatan pristup alergijskim bolestima mora uključivati javnozdravstvenu edukaciju, pravovremenu dijagnostiku, odgovarajuću terapiju i istraživanje uzroka nastanka. Najozbiljniji oblik alergijske reakcije, anafilaksija, i dalje je često nedovoljno prepoznata i neadekvatno liječena. Iako se smrtnost smanjuje zahvaljujući boljoj edukaciji i dostupnosti autoinjektora adrenalina, podaci ukazuju da se u mnogim slučajevima adrenalin ne primjenjuje pravodobno ili uopće ne koristi, osobito kod reakcija izazvanih ubodima insekata. Ključna uloga zdravstvenih djelatnika, osobito medicinskih sestara i tehničara je u prepoznavanju simptoma, provođenju preventivnih mjera te edukaciji pacijenata i njihovih obitelji.

LITERATURA

1. Aldakheel, FM., 2021. Allergic Diseases: A Comprehensive Review on Risk Factors, Immunological Mechanisms, Link with COVID-19, Potential Treatments, and Role of Allergen Bioinformatics. Int J Environ Res Public Health, 18 (22), str. 12105.
2. Barshow S., Tirumalasetty J., Sampath V., Zhou X., Seastedt H., Schuetz J., Nadeau K.,2024. The Immunobiology and Treatment of Food Allergy 42, str. 401-425.
3. Bartha, I., Almulhem, N., Santos, AF., 2024. Feast for thought: A comprehensive review of food allergy 2021-2023. J Allergy Clin Immunol, 153 (3), str. 576-594.
4. Budu-Aggrey, A., Joyce, S., Davies, N., Paternoster, L., Munafò, M., Brown, S., Evans, J., Sallis, H., 2021. Investigating the causal relationship between allergic disease and mental health. Clinical & Experimental Allergy Trusted Evidence In Allergy, 51 (11), str. 1449-1458.
5. D'Amato, G., Pawankar, R., Vitale, C., Lanza, M., Molino, A., Stanziola, A., Sanduzzi, A., Vatrella, A., D'Amato, M., 2016. Climate Change and Air Pollution: Effects on Respiratory Allergy. Allergy Asthma Immunol Res, 8 (5), str. 391-395.
6. Demain, JG., Minaei, AA., Tracy, JM., 2010. Anaphylaxis and insect allergy. Curr Opin Allergy Clin Immunol, 10(4), str. 318-322.
7. Dribin TE, Motosue MS, Campbell RL, 2022. Overview of Allergy and Anaphylaxis. Emerg Med Clin North Am. 40(1):1-17.
8. Gutowska-Ślesik, J., Samoliński, B., Krzych-Fałta, E., 2022. The increase in allergic conditions based on a review of literature. Postepy Dermatol Alergol, 40 (1), str. 1-7.
9. Hrvatski zavod za javno zdravstvo., 2019. Alergije – kad preburno reagira imunosni sustav. [online] Dostupno na: https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/alergije-kad-preburno-reagira-imunosni-sustav/?utm_source=chatgpt.com [12.04.2025.].
10. Lovrek Seničić, M., Horvat, I., Filipušić, I., 2020. Zdravstvena njega bolesnog djeteta i adolescenta. Zagreb: Medicinska naklada.
11. Lucas, D., Greta, G., Bygvraa, DA., Canals, ML., Adam, B., Lux, H., Jensen, OC., 2023. Occupational allergic diseases among harvesting fishermen

on the open sea: A systematic review. Ann Allergy Asthma Immunol, 131 (2), str. 253-265.
12. Moussa, M., Abbas, M., Akel, H., 2023. Type I Hypersensitivity Reaction. StatPearls: Treasure Island.
13. Popović – Grle, S., 2007. Alergijske bolesti – uzroci i posljedice. Medix, 71(13), str. 138-141.
14. Topalušić I., 2024. Epidemiologija alergijskih bolesti Liječ Vjesn;146 (1),str. 28–31.

ZELENE TEHNOLOGIJE U INDRUSTRIJI: NOVI RIZICI I MJERE ZAŠTITE NA RADU

GREEN TECHNOLOGIES IN INDUSTRY: NEW RISKS AND OCCUPATIONAL SAFETY MEASURES

Professional paper / Stručni rad

Prof. VŠ Hamza Šehović*
Brigita Šarčević, student*
Vlatka Puljić, student*

Sažetak

Zelene tehnologije postaju ključni dio suvremene industrije jer omogućuju održivu proizvodnju i smanjenje negativnog utjecaja na okoliš. Ipak, njihova primjena donosi i nove rizike za radnike, koji još nisu dovoljno istraženi ni regulirani. Ovaj rad analizira te rizike te mjere zaštite koje je potrebno poduzeti za sigurnost zaposlenika. Cilj rada je ukazati na potrebu prilagodbe sustava zaštite na radu novim tehnologijama te prikazati konkretne mjere prevencije. Fokus je na zelenim tehnologijama poput solarnih sustava, biogoriva i reciklaže, a analiziraju se i zakonski okvir, edukacija te primjeri dobre prakse iz Hrvatske i svijeta.

***Ključne riječi**: zelene tehnologije, zaštita na radu, rizici, održiva proizvodnja*

Abstract

Green technologies are becoming a key part of modern industry because they enable sustainable production and reduce negative environmental impacts. However, their application also brings new risks for workers, which have not yet been sufficiently researched or regulated. This paper analyzes these risks and the protective measures that need to be taken for employee safety. The aim of the paper is to point out the need to adapt the occupational safety system to new technologies and to present specific prevention measures. The focus is on green technologies such as solar systems, biofuels and recycling, and the legal

* Visoka škola „Logos – Centar“ Mostar, mail: h.sehovic@logos-centar.com
* Visoka škola „Logos – Centar“ Mostar, mail: b.sarcevic@logos-centar.com
* Visoka škola „Logos – Centar“ Mostar, mail:v.puljic@logos-centar.com

framework, education and examples of good practice from Croatia and the world are also analyzed.

***Keywords**: green technologies, occupational safety, risks, sustainable production*

1. UVOD

Zelene tehnologije sve više zamjenjuju tradicionalne oblike industrijskih procesa jer omogućuju smanjenje štetnih utjecaja na okoliš, povećanje energetske učinkovitosti i očuvanje prirodnih resursa. Njihova primjena, iako korisna i nužna u suvremenom društvu, donosi i nove izazove, posebice u području zaštite na radu.

U suvremenoj industriji, potreba za ekološki prihvatljivim tehnologijama postaje sve izraženija. Sve veći pritisci zbog klimatskih promjena, zagađenja okoliša i iscrpljivanja prirodnih resursa doveli su do razvoja i implementacije zelenih tehnologija. No, iako one donose koristi, njihova primjena može stvoriti nove oblike rizika koji ugrožavaju sigurnost radnika. Cilj ovog rada je dati sveobuhvatan prikaz izazova koje donose zelene tehnologije u kontekstu zaštite na radu.

2. ZELENE TEHNOLOGIJE U INDUSTRIJI

Zelene tehnologije predstavljaju ključni element modernizacije industrije u skladu s ciljevima održivog razvoja i zelenog gospodarstva. Njihova primjena omogućuje industrijskim subjektima da smanje ekološki otisak, racionaliziraju potrošnju prirodnih resursa i povećaju energetsku učinkovitost, sve to uz očuvanje ili čak poboljšanje proizvodne učinkovitosti.

Ove tehnologije obuhvaćaju širok spektar inovacija koje se primjenjuju u različitim granama industrije – od proizvodnje električne energije i građevinarstva, do prehrambene i kemijske industrije. Zajednički cilj svih zelenih tehnologija je da se gospodarski razvoj odvija na način koji ne ugrožava okoliš ni zdravlje ljudi.
Najznačajnije zelene tehnologije u industriji

1. Obnovljivi izvori energije:

Solarni paneli (fotonaponski sustavi): sve se češće instaliraju na krovove industrijskih pogona ili u sklopu solarnih farmi.

Vjetroturbine: koriste snagu vjetra za proizvodnju energije; pogodne za velike proizvodne komplekse u područjima s povoljnim klimatskim uvjetima.
Biomasa i bioplin: koriste organski otpad za proizvodnju energije i topline, često u prehrambenoj industriji.

2. Energetska učinkovitost i pametni sustavi:

Toplinske pumpe, izmjenjivači topline i rekuperatori koji iskorištavaju otpadnu toplinu iz proizvodnje.
LED rasvjeta, senzorika i automatizacija za smanjenje potrošnje energije u pogonima.
Sustavi za nadzor i upravljanje energijom (EMS): digitalna rješenja koja nadziru potrošnju i optimiziraju rad strojeva.

3. Ekološki prihvatljivi materijali i procesi:

Korištenje recikliranih ili biorazgradivih materijala u proizvodnji.
Primjena tehnologija koje koriste manje kemikalija i vode, npr. u tekstilnoj ili kemijskoj industriji.
Razvoj “zelene ambalaže” u prehrambenoj i kozmetičkoj industriji.

4. Održivo gospodarenje vodom i otpadom:

Ugradnja sustava za prikupljanje i pročišćavanje otpadnih voda, čime se omogućuje njihova ponovna uporaba.
Automatizirano razvrstavanje otpada i njegovo zbrinjavanje u skladu s ekološkim standardima.
Uvođenje kružnog gospodarstva – gdje se nusproizvodi iz jednog procesa koriste kao sirovina u drugome.

Prednosti za industriju
Implementacija zelenih tehnologija u industriji donosi brojne koristi:

- Financijska ušteda kroz dugoročno smanjenje potrošnje energije i resursa.
- Usklađenost sa zakonodavstvom – zadovoljavanje ekoloških standarda i smanjenje troškova kazni.
- Povećanje reputacije i konkurentnosti na tržištu – kupci sve više preferiraju ekološki osviještene tvrtke.
- Stvaranje zdravijeg i sigurnijeg radnog okruženja.

Ipak, uz sve prednosti, prijelaz na zelene tehnologije zahtijeva ulaganja, edukaciju i – vrlo važno – prilagodbu mjera zaštite na radu kako bi se radnici sigurno nosili s novim tehnologijama, uređajima i procesima.

3. NOVI RIZICI POVEZANI S ZELENOM TEHNOLOGIJOM

Unatoč brojnim prednostima za okoliš i društvo, primjena zelenih tehnologija u industriji donosi i nove izazove u području zaštite na radu. Tehnološke inovacije sa sobom nose nepoznate ili neistražene rizike koji mogu utjecati na sigurnost, zdravlje i dobrobit radnika. Važno je naglasiti da ti rizici nisu nužno veći od postojećih, ali su često novi, složeniji ili manje prepoznatljivi, što zahtijeva poseban pristup.

1. Tehnički i mehanički rizici

Zelene tehnologije često uključuju napredne sustave i uređaje, poput:
Vjetroturbina koje zahtijevaju rad na velikim visinama, često u teškim vremenskim uvjetima, pri čemu postoji visok rizik od pada, mehaničkih ozljeda ili zastoja zbog vremenskih uvjeta.
Solarnih sustava koji rade pod visokim naponom – ugradnja i održavanje takvih sustava zahtijeva stručno znanje jer postoji opasnost od električnog udara, kratkog spoja i požara.
Baterijskih postrojenja (npr. litij-ionske baterije) koje, iako omogućuju skladištenje zelene energije, mogu predstavljati rizik od eksplozije, požara ili curenja štetnih tvari.

2. Kemijski i biološki rizici

Kod proizvodnje i održavanja tehnologija (npr. solarnih ćelija, baterija) koriste se kemikalije poput:
Teških metala (npr. kadmij, olovo, litij) koji mogu imati dugotrajne učinke na zdravlje (npr. neurotoksičnost, oštećenje jetre, bubrega).
Rijetkih zemnih elemenata koji se sve više koriste, ali se njihova toksičnost i dugoročno djelovanje još istražuju.
Bioloških rizika kod kompostiranja, prerade otpada ili bioenergije, gdje postoji mogućnost izloženosti plijesni, bakterijama, gljivicama i alergenima.

3. Ergonomski i psihosocijalni rizici

Uvođenje novih tehnologija često uključuje:
Rad s digitalnim sustavima (nadzor, analiza podataka), što povećava sjedenje, statičan položaj, naprezanje očiju i monotoniju rada.

Brzu promjenu radnih procedura, što može uzrokovati stres, osjećaj nesigurnosti, pad motivacije i koncentracije, osobito kod starijih ili manje informatički pismenih radnika.
Preopterećenje informacijama i složenim sustavima, što povećava rizik od ljudskih pogrešaka.

4. Organizacijski i upravljački rizici

Mnoge tvrtke uvode zelene tehnologije brzo, bez odgovarajuće pripreme zaposlenika:
Nedostatak edukacije i stručne obuke može dovesti do neadekvatnog rukovanja opremom i sustavima.
Neusklađenost postojećih procedura zaštite na radu sa specifičnostima novih tehnologija može rezultirati nepotpunim ili neučinkovitim mjerama zaštite.
Uvođenje automatizacije može dovesti do smanjenja broja radnih mjesta, što može stvoriti otpor, zabrinutost i dodatni stres među radnicima.

5. Rizici pri održavanju, servisiranju i zbrinjavanju

Čak i kada tehnologije rade ispravno, njihovo održavanje i kraj životnog vijeka nose značajne izazove:
Reciklaža solarnih panela i baterija zahtijeva specijaliziranu opremu i zaštitna sredstva jer sadrže opasne tvari koje ne smiju dospjeti u okoliš.
Servisiranje vjetroturbina uključuje boravak u skučenim prostorima, visinsku opremu i često rad u izoliranim područjima, što otežava spašavanje u slučaju nesreće.
Održavanje složenih sustava (pametna mreža, energetski menadžment) zahtijeva visok stupanj tehničke stručnosti i stalno usavršavanje.

4. MJERE ZAŠTITE NA RADU

Primjena zelenih tehnologija u industriji, iako donosi pozitivne promjene za okoliš i održivost, zahtijeva nove pristupe sigurnosti i zaštiti na radu. S obzirom na specifične rizike povezane s obnovljivim izvorima energije, novim materijalima i automatiziranim sustavima, važno je razviti sveobuhvatan okvir zaštite koji uključuje prevenciju, obuku, tehničku zaštitu i stalno praćenje radnih uvjeta.

1. Obuka i edukacija zaposlenika

Najvažnija preventivna mjera je pravodobna i redovita edukacija svih zaposlenika. Ona uključuje:

Osnovnu i naprednu obuku o sigurnom rukovanju novom opremom i tehnologijama,
Edukaciju o prepoznavanju i prijavljivanju opasnosti, što omogućava brzo reagiranje,
Specijalizirane tečajeve za rad pod visokim naponom, rad na visinama, postupanje s litij-ionskim baterijama ili rad u blizini obnovljivih izvora energije (npr. fotonaponski sustavi, bioplinske stanice).
Kultura kontinuirane edukacije povećava kompetentnost radnika, smanjuje broj nezgoda i doprinosi većoj učinkovitosti u primjeni sigurnosnih procedura.

2. Primjena osobne i kolektivne zaštitne opreme

Pored obavezne osobne zaštitne opreme (OZO), kao što su zaštitne kacige, naočale, rukavice, pojasevi za visinske radove i zaštita sluha, važno je:
Osigurati dostupnost i redovito održavanje opreme,
Uvesti kolektivne mjere zaštite poput sigurnosnih mreža, zaštitnih barijera, izolacijskih sustava i ventilacije u zatvorenim prostorima.
Rad u blizini opasnih kemikalija, baterija, teških strojeva i digitalnih sustava mora biti popraćen odgovarajućim fizičkim i organizacijskim mjerama zaštite.

3. Tehnička i inženjerska rješenja

Tehničke mjere uključuju:
Ugradnju senzora, automatskih prekidača, sustava za nadzor i alarmiranje, koji pravovremeno detektiraju kvarove, pregrijavanja, ispuštanje plinova ili mehaničke nepravilnosti,
Korištenje suvremenih softverskih rješenja za upravljanje energijom i opremom, što omogućuje bolju kontrolu i nadzor nad radnim uvjetima,
Pravilno označavanje opasnih zona i korištenje sigurnosnih boja i znakova.
Moderni sigurnosni sustavi omogućuju brzo isključenje u slučaju kvara, daljinsko upravljanje i detaljno izvještavanje o svim segmentima rada.

4. Organizacijske mjere i radna politika

Organizacija rada treba biti usklađena sa zahtjevima sigurnosti:
Provesti procjenu rizika prije implementacije novih tehnologija,
Izraditi planove djelovanja u izvanrednim situacijama (požar, eksplozija, proboj baterija, kemijsko onečišćenje),
Uvesti rotaciju poslova kako bi se smanjilo fizičko i mentalno opterećenje zaposlenika,
Poticati sigurnosne inspekcije i interne kontrole kao dio svakodnevnog poslovanja.

Učinkovita organizacija uključuje i pravovremeno informiranje radnika o promjenama u tehnologiji, načinu rada ili opasnostima.

5. Psihološka podrška i promicanje zdravlja

Zbog brze promjene tehnologije i stalne prilagodbe, radnici se mogu suočiti s osjećajem nesigurnosti, stresa ili preopterećenosti. Stoga se preporučuju:
Programi psihološke podrške i savjetovanja,
Aktivnosti promicanja zdravlja (npr. tjelesna aktivnost, ergonomija na radu, pravilna prehrana),
Radionice koje promiču svijest o važnosti mentalnog zdravlja na radnom mjestu.
Zdravo i sigurno radno okruženje nije samo tehničko pitanje, već i pitanje brige o općem blagostanju radnika.

6. Zakonski okvir i standardi

Sva zaštita na radu mora biti usklađena s važećim zakonima i pravilnicima, kao što su:
Zakon o zaštiti na radu,
Pravilnici o uporabi osobne zaštitne opreme,
Standardi ISO 45001 (upravljanje zaštitom zdravlja i sigurnosti na radu),
EU regulative koje se odnose na održivu i sigurnu industrijsku praksu.
Poštivanje zakonskih okvira i inspekcijski nadzori dodatno osiguravaju provođenje mjera zaštite.

5. ZAKONODAVNI OKVIR I NORMATIVI

Uvođenje zelenih tehnologija u industriju mora biti popraćeno adekvatnim zakonodavnim okvirom kako bi se osigurala sigurnost radnika i zaštita okoliša. Iako mnoge tehnologije još nisu detaljno regulirane zbog svoje novosti, postoje zakoni i norme koji se mogu primijeniti ili nadopuniti.U okviru Europske unije postoji niz propisa i normi koje trebaju biti ispoštovane u našem okruženju i to su:

1. Europski propisi i direktive
    - Direktiva 89/391/EEZ – okvirna direktiva o zaštiti na radu u EU. Utemeljuje načela prevencije i obvezu poslodavca da osigura sigurnost i zdravlje radnika.
    - Direktiva o industrijskim emisijama (2010/75/EU) – primjenjiva kod primjene zelenih sustava pročišćavanja i energetske učinkovitosti.

- REACH uredba (EZ br. 1907/2006) – propisuje registraciju, procjenu i autorizaciju kemikalija koje se koriste u mnogim zelenim tehnologijama.
- Direktiva o sigurnosti strojeva (2006/42/EZ) – važna za nove industrijske strojeve i robote povezane s automatiziranim zelenim procesima.

2. Međunarodne norme i standardi
    - ISO 14001 – međunarodna norma za sustav upravljanja okolišem. Pomaže organizacijama u postizanju okolišnih ciljeva na održiv način.
    - ISO 45001 – sustav upravljanja zdravljem i sigurnošću na radu. Preporučuje se za tvrtke koje uvode nove tehnologije koje mijenjaju uvjete rada.
    - ISO 50001 – norma za upravljanje energijom, koristi se kod uvođenja energetski učinkovitih tehnologija.

3. Lokalne inspekcije i nadzor

Provođenje zakona prati Inspektorat rada, Agencija za zaštitu okoliša i druge nadležne institucije. U slučaju uvođenja nove tehnologije, poslodavac mora prilagoditi dokumentaciju zaštite na radu, obaviti dodatne procjene rizika i osigurati usklađenost s propisima.

6. ZAKLJUČAK

Zelene tehnologije sve više zauzimaju značajno mjesto u suvremenoj industriji, prvenstveno zbog potrebe za održivim razvojem, smanjenjem emisija štetnih plinova i povećanjem energetske učinkovitosti. No, njihov ulazak u radna okruženja donosi i niz novih izazova po pitanju sigurnosti i zaštite zdravlja radnika. Novi rizici, poput izlaganja kemikalijama u baterijama, automatiziranih sustava, rada na visini pri instalaciji solarnih panela ili kontakta s biološkim materijalima u bioplinskim postrojenjima, zahtijevaju dodatnu pažnju.

Europska unija i Hrvatska prepoznaju važnost zelenih tehnologija te kroz zakonski okvir propisuju niz pravila, iako još uvijek postoji prostor za daljnje unaprjeđenje regulative, osobito kod novih i brzo razvijajućih tehnologija. Također je vidljivo da praksa često ide ispred propisa, što dodatno naglašava važnost stalnog obrazovanja, procjene rizika i preventivnog djelovanja.

Zaključno, zelene tehnologije nisu samo ekološki iskorak, već i izazov za stručnjake zaštite na radu. Njihova sigurna implementacija zahtijeva interdisciplinarni pristup, stalno praćenje rizika i proaktivan odnos prema edukaciji, prilagodbi radnog prostora i zaštiti radnika.

LITERATURA

1. Knežević, J., & Duić, N. (2016). Održivi razvoj energetskih sustava. Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje.
2. Pezelj, J. (2014). Ekologija i zaštita okoliša u industriji. Split: Sveučilište u Splitu, Fakultet kemijskog inženjerstva.
3. Lajić, I., & Periša, M. (2017). Zaštita na radu i zaštita okoliša. Zagreb: Školska knjiga.
4. Šimunić, I. (2012). Ekološki menadžment. Zagreb: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

EDUKACIJA PACIJENATA O EPILEPSIJI: INFORMIRANJE, PREVENECIJA I UPRAVLJANJE NAPADIMA

PATIENT EDUCATION ABOUT EPILEPSY: INFORMATION, PREVENTION AND MANAGEMENT OF SEIZURES

Stručni rad / Professional paper

Lucija Ključević, studentica*

Pred. Ivan Pokec*

Pred. Daliborka Vukmanić*

v. pred Sabina Bis*

Sažetak

Epilepsija je kronični neurološki poremećaj čija se klinička slika očituje ponavljajućim napadajima izazvanim abnormalnom električnom aktivnošću mozga. Iako pogađa milijune ljudi diljem svijeta, razina znanja i razumijevanja ove bolesti u općoj populaciji ostaje niska, što dovodi do socijalne stigmatizacije, diskriminacije i smanjenja kvalitete života oboljelih. Edukacija pacijenata o epilepsiji, kao i edukacija njihovih obitelji i šire zajednice, ključna je za smanjenje predrasuda i za unaprjeđenje skrbi o osobama koje žive s epilepsijom. Ovaj rad istražuje ulogu informiranja, prevencije i edukacije u upravljanju epilepsijom, s posebnim naglaskom na osnaživanje pacijenata za prepoznavanje simptoma, pravilno upravljanje napadajima, pridržavanje terapije te izbjegavanje poznatih okidača. Predstavljene su metode informiranja putem individualnih savjetovanja, grupnih edukacija i digitalnih alata, te važnost multidisciplinarnog pristupa koji uključuje liječnike, medicinske sestre, psihologe i socijalne radnike. Prevencija napadaja temelji se na zdravom načinu života, redovitom uzimanju terapije i pravodobnoj intervenciji pri pojavi prvih simptoma. Upravljanje epilepsijom zahtijeva kontinuiranu edukaciju i podršku, kako bi se povećala samostalnost pacijenata, poboljšala kvaliteta života i olakšala njihova integracija u društvo.

Ključne riječi: *edukacija, epilepsija, prevencija, multidisciplinaran pristup, upravljanje napadajima*

* Veleučilište u Bjelovaru, email: lkljucevic@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: ipokec@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: dvukmanic@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: sbis@vub.hr

Abstract

Epilepsy is a chronic neurological disorder characterized clinically by recurrent seizures caused by abnormal electrical activity in the brain. Although it affects millions of people worldwide, the level of knowledge and understanding of this disease within the general population remains low, leading to social stigmatization, discrimination, and a reduced quality of life for those affected. Patient education about epilepsy, as well as education for their families and the broader community, is crucial for reducing prejudice and improving the care provided to individuals living with epilepsy. This paper explores the role of information dissemination, prevention, and education in managing epilepsy, with a particular emphasis on empowering patients to recognize symptoms, properly manage seizures, adhere to therapy, and avoid known triggers. Methods of providing information through individual counseling, group education sessions, and digital tools are presented, alongside
the importance of a multidisciplinary approach involving physicians, nurses, psychologists, and social workers. Seizure prevention is based on maintaining a healthy lifestyle, adhering to prescribed therapy, and timely intervention at the onset of early symptoms. Managing epilepsy requires continuous education and support to enhance patient independence, improve quality of life, and facilitate their integration into society.

Keywords: *education, epilepsy, prevention, multidisciplinary approach, seizure management*

1. UVOD

Epilepsija je jedna od najčešćih kroničnih neuroloških bolesti koja pogađa oko 50 milijuna ljudi širom svijeta, bez obzira na dob, spol ili etničku pripadnost (Potnis et al., 2020). Ova bolest karakterizirana je ponavljajućim napadajima uzrokovanim abnormalnom električnom aktivnošću u mozgu, pri čemu klinička slika može varirati od blagih senzacija do ozbiljnih toničko-kloničkih napadaja. Epilepsija ne utječe samo na fizičko zdravlje oboljelih, već ima i značajan psihološki, emocionalni i socijalni utjecaj, često dovodeći do izolacije, stigmatizacije i smanjenja kvalitete života (Malik et al., 2022). Unatoč tome što je epilepsija relativno česta i dobro dokumentirana bolest, razina svijesti i razumijevanja o njoj u općoj populaciji često je niska. Brojne predrasude, mitovi i pogrešna uvjerenja o prirodi napadaja i sposobnostima oboljelih i dalje su

prisutni, što dodatno otežava integraciju pacijenata u svakodnevne društvene aktivnosti, obrazovanje i zapošljavanje. Poseban izazov predstavlja i nedovoljna informiranost pacijenata i njihovih obitelji o važnosti redovitog uzimanja terapije, prepoznavanju okidača napadaja te pravilnom postupanju u slučaju napadaja. Uspješno upravljanje epilepsijom zahtijeva više od samog farmakološkog liječenja. Ključnu ulogu u sveobuhvatnoj skrbi ima edukacija – kako pacijenata, tako i njihovih obitelji i šire zajednice (Sudhakar et al., 2020). Informiran pacijent bolje razumije svoju bolest, dosljednije provodi terapijske preporuke, lakše prepoznaje znakove pogoršanja i učinkovitije se nosi s izazovima svakodnevnog života. Edukacija također pridonosi smanjenju anksioznosti, povećanju osjećaja kontrole i poboljšanju ukupne kvalitete života.

2. CILJ RADA

Cilj ovog rada je istražiti važnost edukacije u području epilepsije, analizirati metode informiranja i prevencije napadaja te ukazati na značaj multidisciplinarnog pristupa u osnaživanju oboljelih za aktivno upravljanje svojim zdravstvenim stanjem. Naglašava se potreba za kontinuiranom, prilagođenom i dostupnom edukacijom koja će obuhvatiti medicinske, psihosocijalne i sigurnosne aspekte života osoba s epilepsijom.

3. METODE

U izradi ovog rada korišten je kvalitativni pristup koji se temelji na sveobuhvatnoj analizi i sintezi dostupne literature o epilepsiji, edukaciji pacijenata i metodama prevencije napadaja. Pregledane su znanstvene baze podataka, stručnih članaka objavljenih u medicinskim i sestrinskim časopisima, službenih smjernica zdravstvenih institucija te završnih radova iz područja sestrinstva i neurologije. Posebna pažnja posvećena je recentnim publikacijama iz posljednjih pet godina kako bi se osigurala ažurnost i suvremenost podataka. Metodološki okvir rada obuhvaćao je tematsku analizu ključnih područja važnih za razumijevanje epilepsije i njezina utjecaja na život pacijenata. Analizirane su teme poput epidemiologije bolesti, dijagnostičkih postupaka, mogućnosti liječenja, uloge zdravstvenih djelatnika u edukaciji, te važnosti edukacije obitelji i šire zajednice. Istražene su preporuke za izradu edukacijskih programa namijenjenih osobama s epilepsijom, uključujući individualne savjetodavne pristupe, grupne edukacijske radionice i korištenje digitalnih platformi. Korišteni izvori podvrgnuti su kritičkoj analizi u svrhu utvrđivanja učinkovitosti različitih edukacijskih intervencija te njihove povezanosti s

poboljšanjem zdravstvenih i psihosocijalnih ishoda kod pacijenata. Osim analize literature, posebna pažnja pridana je integraciji preporuka iz smjernica dobre kliničke prakse koje zagovaraju multidisciplinarni pristup u skrbi za osobe s epilepsijom. S obzirom na narav teme, rad je organiziran tako da prvo pruža pregled osnovnih karakteristika epilepsije, zatim analizira izazove povezane s informiranjem i prevencijom, a potom detaljno prikazuje ulogu edukacije u upravljanju bolešću. Na taj način omogućeno je povezivanje teorijskih spoznaja s praktičnim implikacijama za zdravstvenu skrb, uz fokus na osnaživanje pacijenata i stvaranje društva koje pruža podršku osobama s epilepsijom.

4. REZULTATI

Analizom dostupne literature potvrđeno je da edukacija pacijenata koji boluju od epilepsije značajno doprinosi uspješnijem upravljanju bolešću, smanjenju broja napadaja i povećanju kvalitete života. Rezultati brojnih istraživanja pokazuju da pacijenti koji su prošli strukturirane edukacijske programe imaju bolje razumijevanje svoje dijagnoze, prepoznaju osobne okidače napadaja, dosljednije se pridržavaju propisane farmakološke terapije i aktivnije sudjeluju u donošenju odluka o svom liječenju. Uočeno je da edukacija smanjuje osjećaj straha i nesigurnosti kod pacijenata te jača njihov osjećaj samostalnosti i kontrole nad vlastitim zdravstvenim stanjem (Wasilewski et al., 2020). Posebno važan ishod edukacije je smanjenje anksioznosti i depresivnih simptoma, koji su učestali među osobama s epilepsijom, što dodatno doprinosi poboljšanju općeg psihičkog zdravlja. Studije su pokazale da obitelji pacijenata koje su uključene u edukacijske programe pokazuju višu razinu znanja o bolesti, sigurnije reagiraju tijekom napadaja te pružaju kvalitetniju emocionalnu i praktičnu podršku oboljelima. Posebno je naglašena učinkovitost edukacija koje koriste kombinirani pristup – individualna savjetovanja, grupne radionice i upotrebu digitalnih platformi za stalno učenje i informiranje (Hu et al., 2020). Ovakav višeslojni pristup omogućuje prilagodbu različitim stilovima učenja i potrebama pacijenata različite dobi i obrazovnog profila. Rezultati pokazuju da su programi edukacije koji uključuju zdravstvene djelatnike različitih profila, poput liječnika, medicinskih sestara, psihologa i socijalnih radnika, daleko učinkovitiji u postizanju pozitivnih ishoda nego oni koji se temelje isključivo na klasičnim medicinskim savjetovanjima (Tumienė et al., 2022). Kod upravljanja napadajima, ustanovljeno je da edukacija o prepoznavanju predznaka (aura) i pravilnom postupanju tijekom napadaja značajno smanjuje rizik od ozljeda i komplikacija. Pacijenti koji su educirani o načinima preventivnog djelovanja,

kao što su izbjegavanje stresa, održavanje redovitog rasporeda spavanja i redovita primjena terapije, iskazuju manju učestalost i blaže oblike napadaja. Sveukupno, rezultati analize literature jasno potvrđuju da edukacija ima ključnu ulogu u smanjenju medicinskih i psihosocijalnih tereta epilepsije, te da kvalitetno informirani pacijenti i njihove obitelji ostvaruju bolje zdravstvene ishode i veći stupanj društvene uključenosti.

5. RASPRAVA

Epilepsija je složen neurološki poremećaj koji, osim što narušava fizičko zdravlje pacijenata, značajno utječe i na njihovu psihološku, socijalnu i profesionalnu dimenziju života (Delač, 2023). Ovaj rad pokazao je koliko je važna pravilna, sustavna i kontinuirana edukacija kao ključna komponenta uspješnog liječenja epilepsije i unaprjeđenja kvalitete života oboljelih. Edukacija pacijenata, njihovih obitelji i šire zajednice ne samo da poboljšava kontrolu bolesti nego i pridonosi smanjenju društvene stigmatizacije, što dugoročno rezultira većim stupnjem socijalne integracije osoba s epilepsijom (Yeni, 2023). Prema analiziranoj literaturi, pravovremeno i adekvatno informiranje pacijenata značajno utječe na njihovu sposobnost prepoznavanja simptoma bolesti i mogućih okidača napadaja, kao i na dosljednije pridržavanje terapije. Informirani pacijenti pokazuju višu razinu suradljivosti u liječenju, što direktno korelira sa smanjenjem učestalosti i težine napadaja (Hutchinson et al., 2023). Ove spoznaje potvrđuju važnost ranog uključivanja edukacijskih aktivnosti, već pri postavljanju dijagnoze epilepsije. Jedan od značajnih aspekata edukacije je i razvoj sposobnosti samostalnog upravljanja bolešću. Kada pacijenti znaju prepoznati prodrome napadaja, odnosno pojave aure, mogu pravodobno reagirati i zauzeti siguran položaj, smanjiti mogućnost ozljeda te obavijestiti okolinu. Time se ne samo povećava sigurnost oboljelih, nego se i smanjuje emocionalni stres vezan uz nepredvidivost bolesti. Prepoznavanje i razumijevanje vlastitih granica, uz istodobno osnaživanje za aktivno sudjelovanje u donošenju odluka o liječenju, ključno je za očuvanje mentalnog zdravlja oboljelih. Rasprava o važnosti edukacije ne može se odvojiti od teme stigmatizacije. Unatoč napretku medicine, u mnogim društvima epilepsija je i dalje izvor predrasuda i diskriminacije (Yeni, 2023). Pogrešna uvjerenja o zaraznosti bolesti, mentalnoj inferiornosti oboljelih ili njihovoj nesposobnosti za samostalno funkcioniranje još uvijek su raširena, posebno u sredinama s nižom razinom obrazovanja i slabijom dostupnošću zdravstvenih informacija. Rad ukazuje na važnost edukacije ne samo pacijenata nego i njihove obitelji, učitelja, poslodavaca i cijele zajednice kako bi se smanjila

društvena izolacija osoba s epilepsijom i povećala njihova uključivost u svakodnevne aktivnosti. Edukacija obitelji ima dvostruki učinak: s jedne strane povećava sigurnost pacijenta, a s druge smanjuje stres i osjećaj bespomoćnosti kod članova obitelji (Akbas & Kartal, 2022). Obitelji koje su educirane o pravilnom reagiranju tijekom napadaja, važnosti pridržavanja terapije i razumijevanju psiholoških izazova s kojima se pacijent suočava, pokazuju veću spremnost na podršku i smanjuju rizik od nepotrebne hospitalizacije. Pružanje podrške obitelji može pomoći u očuvanju emocionalne stabilnosti i spriječiti pojavu sindroma izgaranja kod skrbnika (Shahin & Hussien, 2021). Važno je istaknuti kako edukacija nije jednokratni proces, već trajna aktivnost koja se mora prilagođavati različitim fazama života pacijenta. Potrebe adolescenta s epilepsijom znatno se razlikuju od potreba starije osobe koja se suočava s komorbiditetima i smanjenom kognitivnom funkcijom (Pandey et al., 2020). Edukacijski pristupi moraju biti prilagođeni dobi, kognitivnim sposobnostima, socioekonomskom statusu i kulturnim specifičnostima oboljelih. Kombinacija individualnih savjetovanja, grupnih radionica, online edukacija i praktičnih vježbi pokazala se najučinkovitijom u osiguravanju razumijevanja i primjene znanja u svakodnevnom životu. Obzirom na raznolikost manifestacija epilepsije, važnost multidisciplinarnog pristupa postaje jasno vidljiva (Tumienė et al., 2022). Liječnici specijalisti neurologije igraju ključnu ulogu u dijagnostici i liječenju, ali bez angažmana medicinskih sestara, psihologa i socijalnih radnika, skrb za oboljele ostaje nepotpuna. Medicinske sestre, zbog svoje uloge neposrednih pružatelja zdravstvenih usluga, imaju jedinstvenu priliku kontinuirano educirati pacijente, nadzirati provođenje terapije te pružati emocionalnu podršku (Dabilgou et al., 2023). Psiholozi pomažu u suočavanju s emocionalnim izazovima bolesti, dok socijalni radnici pomažu u ostvarivanju prava i podrški pri socijalnoj integraciji. Prevencija napadaja kroz identifikaciju i izbjegavanje individualnih okidača pokazala se kao izrazito važna komponenta u kontroli bolesti. Faktori poput stresa, neredovitog sna, konzumacije alkohola i neredovitog uzimanja terapije identificirani su kao najčešći uzroci pogoršanja bolesti (Kotulska et al., 2021). Edukacija pacijenata o važnosti pravilne higijene života i vođenja dnevnika napadaja omogućava bolju samokontrolu i optimizaciju terapijskog pristupa. Važan aspekt koji proizlazi iz analize literature jest i uloga digitalnih tehnologija u edukaciji i podršci osobama s epilepsijom. Razvoj mobilnih aplikacija za praćenje napadaja, virtualne edukacijske platforme i online grupe podrške omogućuju pacijentima pristup informacijama i resursima koji im mogu pomoći u svakodnevnom životu, posebno u udaljenim ili ruralnim sredinama gdje su tradicionalne zdravstvene usluge manje dostupne (Gyee et al., 2022). No ipak digitalne tehnologije ne

mogu u potpunosti zamijeniti osobni kontakt sa zdravstvenim djelatnicima. Uspješna edukacija temelji se na dvosmjernoj komunikaciji, prilagodbi edukacijskog sadržaja individualnim potrebama pacijenta te kontinuiranom evaluiranju učinkovitosti provedenih aktivnosti. Rezultati analize jasno ukazuju na to da je sveobuhvatna edukacija temeljni alat u postizanju bolje kontrole epilepsije, smanjenju psihosocijalnih posljedica bolesti i povećanju kvalitete života oboljelih. Bez kvalitetne edukacije, farmakološka terapija, iako nužna, ostaje samo djelomično učinkovita u borbi protiv ove složene i višedimenzionalne bolesti. Edukacija mora biti strateški planirana, multidisciplinarna, kontinuirana i dostupna svim pacijentima, bez obzira na njihove socijalne ili ekonomske prilike. Samo takvim pristupom moguće je ostvariti cilj – omogućiti osobama s epilepsijom punu participaciju u društvu, očuvanje dostojanstva i ostvarenje što bolje kvalitete života.

6. ZAKLJUČAK

Epilepsija, kao jedan od najčešćih kroničnih neuroloških poremećaja, sa sobom nosi brojne medicinske, psihološke i socijalne izazove, koji zahtijevaju sveobuhvatan i multidisciplinarni pristup u skrbi o oboljelima (Tumienė et al., 2022). Kroz analizu dostupne literature potvrđeno je da edukacija predstavlja jedan od najvažnijih stupova uspješnog upravljanja bolešću. Informirani pacijent, koji razumije prirodu svoje bolesti, prepoznaje vlastite okidače, dosljedno provodi terapijske preporuke i zna pravilno reagirati tijekom napadaja, postiže bolje zdravstvene ishode, manju učestalost napadaja te značajno višu kvalitetu života. Sustavna i kontinuirana edukacija pacijenata omogućava ne samo bolje zdravstveno stanje, već i veću emocionalnu stabilnost, smanjenje anksioznosti i depresivnosti, te osnaživanje za aktivno sudjelovanje u svim aspektima svakodnevnog života. Edukacija obitelji oboljelih također je od iznimne važnosti jer omogućava sigurnije i podržavajuće okruženje te smanjuje osjećaj izolacije kod pacijenata. Edukacija šire zajednice ima ključnu ulogu u borbi protiv predrasuda i stigmatizacije, čime se stvaraju temelji za bolju socijalnu inkluziju osoba koje žive s epilepsijom. Treba naglasiti važnost individualiziranog pristupa u edukaciji, koji uzima u obzir dob, kognitivne sposobnosti, obrazovni status i psihosocijalne potrebe svakog pacijenta. Multidisciplinarni tim zdravstvenih djelatnika – uključujući liječnike, medicinske sestre, psihologe i socijalne radnike – mora zajednički djelovati kako bi osigurao da edukacija bude cjelovita, dostupna i kontinuirana. U tom procesu, medicinske sestre igraju osobitu ulogu zbog svoje bliskosti s pacijentima i mogućnosti svakodnevnog pružanja podrške i savjeta. U

budućnosti bi posebnu pažnju trebalo usmjeriti na širu primjenu digitalnih tehnologija u edukaciji pacijenata, što uključuje razvoj mobilnih aplikacija, online edukacijskih platformi i virtualnih grupa podrške, posebno za pacijente u udaljenim i slabije razvijenim područjima. Važno je ne zanemariti vrijednost izravne komunikacije i osobnog kontakta u pružanju podrške. Kvalitetna edukacija pacijenata, obitelji i zajednice značajno doprinosi boljoj kontroli epilepsije, smanjenju medicinskih i psihosocijalnih posljedica bolesti te stvaranju sigurnijeg, razumijevajućeg i inkluzivnog društva. Bez kvalitetne i kontinuirane edukacije, niti najbolja farmakološka terapija ne može u potpunosti ostvariti svoj potencijal. Edukacija je ključna investicija u zdravlje, samostalnost i dostojanstvo osoba koje žive s epilepsijom.

LITERATURA

1. Akbas, Y., & Kartal, S. (2022). An evaluation of the knowledge, attitudes, and behaviors of parents regarding epilepsy. *Epilepsy & Behavior*, *129*, 108621.
2. Dabilgou, A. A., Dravé, A., Kyelem, J. M. A. W., Kinda, F., Napon, C., Millogo, A., & Kaboré, J. (2023). Knowledge, attitudes and practices concerning epilepsy among nurses and midwives working in primary health care settings in Ouagadougou of Burkina Faso. *Acta Epileptol*, *5*(1), 12. https://doi.org/10.1186/s42494-023-00123-6
3. Delač, P. (2023). *Epilepsija* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Teacher Education).
4. Gyee, K. M., Mroueh, L., Bruand, P. E., Min, S., Kleinebreil, L., Ohmmar,…Boumediene, F. (2022). Empowering health workers and leveraging digital technology to improve access to mental health and epilepsy care: A longitudinal quasi-experimental study in Hlaing Thar Yar Township. *Lancet Reg Health Southeast Asia*, *5*, 100052. https://doi.org/10.1016/j.lansea.2022.100052
5. Hu, M., Zhang, C., Xiao, X., Guo, J., & Sun, H. (2020). Effect of intensive self-management education on seizure frequency and quality of life in epilepsy patients with prodromes or precipitating factors. *Seizure*, *78*, 38-42.
6. Hutchinson, K., Ryder, T., Coleman, H., Nullwala, R., Herkes, G., Bleasel, A.,…Ireland, C. (2023). Determining the role and responsibilities of the community epilepsy nurse in the management of epilepsy. *Journal of clinical nursing*, *32*(13-14), 3730-3745.

7. Kotulska, K., Kwiatkowski, D. J., Curatolo, P., Weschke, B., Riney, K., Jansen, F.,…Investigators, E. (2021). Prevention of Epilepsy in Infants with Tuberous Sclerosis Complex in the EPISTOP Trial. *Ann Neurol*, *89*(2), 304-314. https://doi.org/10.1002/ana.25956
8. Malik, N. I., Fatima, R., Ullah, I., Atta, M., Awan, A., Nashwan, A. J., & Ahmed, S. (2022). Perceived stigma, discrimination and psychological problems among patients with epilepsy. *Frontiers in psychiatry*, *13*, 1000870.
9. Pandey, D. K., Dasgupta, R., Levy, J., Wang, H., Serafini, A., Habibi, M.,…Loeb, J. A. (2020). Enhancing epilepsy self-management and quality of life for adults with epilepsy with varying social and educational backgrounds using PAUSE to Learn Your Epilepsy. *Epilepsy & Behavior*, *111*, 107228.
10. Potnis, V. V., Albhar, K. G., Nanaware, P. A., & Pote, V. S. (2020). A review on epilepsy and its management. *J. Drug Deliv. Ther*, *10*(3), 273-279.
11. Shahin, M. A. H., & Hussien, R. M. (2021). Knowledge, attitude, practice, and self-efficacy of caregivers of children with epilepsy: impact of a structured educational intervention program. *Epilepsy & Seizure*, *13*(1), 1-16.
12. Sudhakar, S., Aebi, M. E., Burant, C. J., Wilson, B., Wenk, J., Briggs, F. B. S.Sajatovic, M. (2020). Health literacy and education level correlates of participation and outcome in a remotely delivered epilepsy self-management program. *Epilepsy & Behavior*, *107*, 107026.
13. Tumienė, B., del Toro Riera, M., Grikiniene, J., Samaitiene-Aleknienė, R., Praninskienė, R., Monavari, A. A., & Sykut-Cegielska, J. (2022). Multidisciplinary care of patients with inherited metabolic diseases and epilepsy: current perspectives. *Journal of multidisciplinary healthcare*, 553-566.
14. Wasilewski, A., Serventi, J., Ibegbu, C., Wychowski, T., Burke, J., & Mohile, N. (2020). Epilepsy education in gliomas: engaging patients and caregivers to improve care. *Supportive Care in Cancer*, *28*, 1405-1409.
15. Yeni, K. (2023). Stigma and psychosocial problems in patients with epilepsy. *Exploration of Neuroscience*, *2*(6), 251-263.

UTJECAJ MULTIPLE SKLEROZE NA KVALITETU ŽIVOTA PACIJENTA

THE INFLUENCE OF MULTIPLE SCLEROSIS ON THE QUALITY OF LIFE OF THE PATIENT

Stručni rad/ Professional paper

Laura Ferenčaba, studentica*
Pred. Ivan Pokec*
v. pred. Đurđica Grabovac*
v. pred Ksenija Eljuga*

Sažetak

Multipla skleroza (MS) je kronična, progresivna autoimuna bolest koja pogađa središnji živčani sustav i ima snažan utjecaj na fizičko, psihološko i socijalno funkcioniranje oboljelih osoba. Bolest se najčešće dijagnosticira u ranoj odrasloj dobi, u razdoblju koje je ključno za profesionalni razvoj, obrazovanje, stvaranje obitelji i oblikovanje identiteta, čime značajno remeti životne planove pojedinaca. MS se očituje različitim simptomima kao što su slabost mišića, problemi s hodanjem i ravnotežom, poremećaji vida, kronični umor, kognitivne poteškoće te urinarne i crijevne disfunkcije. Osim tjelesnih simptoma, bolest ima dubok psihološki utjecaj, pridonoseći razvoju depresije, anksioznosti, kognitivnih poremećaja te smanjenju kvalitete međuljudskih odnosa. Učinkovito upravljanje multiplom sklerozom zahtijeva sveobuhvatan, multidisciplinaran pristup koji uključuje farmakološke terapije, fizikalnu rehabilitaciju, psihološku podršku i promicanje tjelesne aktivnosti. Redovita fizička aktivnost i psihološke tehnike, poput mindfulnessa, pokazale su pozitivan učinak na ublažavanje simptoma, očuvanje funkcionalne sposobnosti i poboljšanje psihološke otpornosti oboljelih. Ključno je također osigurati adekvatnu podršku iz okoline – obitelji, prijatelja, poslodavaca i šire zajednice – kako bi osobe s MS-om mogle održati dostojanstvo, samostalnost i što višu kvalitetu života. Potrebno je kontinuirano razvijati svijest javnosti o biopsihosocijalnim posljedicama multiple skleroze i osigurati bolje uvjete za integraciju oboljelih u društvo. Kroz razumijevanje izazova s kojima se suočavaju osobe s MS-om i primjenu individualiziranih, sveobuhvatnih

* Veleučilište u Bjelovaru, email: lferencaba03@gmail.com
* Veleučilište u Bjelovaru, email: ipokec@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: dgrabovac@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: keljuga@vub.hr

intervencija moguće je značajno unaprijediti njihovu životnu svakodnevicu i smanjiti teret bolesti.

***Ključne riječi**: multipla skleroza, kvaliteta života, psihosocijalna podrška, fizička aktivnost, multidisciplinarnost, rehabilitacija*

Abstract

Multiple sclerosis (MS) is a chronic, progressive autoimmune disease that affects the central nervous system and has a strong impact on the physical, psychological, and social functioning of affected individuals. The disease is most commonly diagnosed in early adulthood, during a period that is crucial for professional development, education, family formation, and identity building, thereby significantly disrupting individuals' life plans. MS manifests through various symptoms such as muscle weakness, problems with walking and balance, vision disturbances, chronic fatigue, cognitive difficulties, and urinary and bowel dysfunction. In addition to physical symptoms, the disease has a profound psychological impact, contributing to the development of depression, anxiety, cognitive impairments, and a decline in the quality of interpersonal relationships. Effective management of multiple sclerosis requires a comprehensive, multidisciplinary approach that includes pharmacological therapies, physical rehabilitation, psychological support, and the promotion of physical activity. Regular physical exercise and psychological techniques, such as mindfulness, have shown positive effects in alleviating symptoms, preserving functional ability, and enhancing the psychological resilience of patients. It is also crucial to ensure adequate support from the environment — family, friends, employers, and the wider community — to enable people with MS to maintain dignity, independence, and the highest possible quality of life. Continuous public awareness about the biopsychosocial consequences of multiple sclerosis and better conditions for the social integration of affected individuals are essential. Through understanding the challenges faced by people with MS and implementing individualized, comprehensive interventions, it is possible to significantly improve their daily lives and reduce the burden of the disease.

Keywords: *multiple sclerosis, quality of life, psychosocial support, physical activity, multidisciplinarity, rehabilitation*

1. UVOD

Multipla skleroza (MS) je kronična upalna i demijelinizirajuća bolest autoimunog porijekla diferencirana u 19. stoljeću prema specifičnim simptomima koji uključuju vidna i kognitivna oštećenja te moguću postupnu pojavu invaliditeta (Kodžoman, 2023). Karakterizira ju demijelinizacija, upalne promjene i neurodegeneracija koje rezultiraju različitim neurološkim simptomima i funkcionalnim deficitima. Iako su u dijagnostičkom procesu ključni objektivni nalazi kao što su magnetska rezonancija, lumbalna punkcija i testovi evociranih potencijala, iskustvo življenja s multiplom sklerozom daleko nadilazi granice medicinskih mjerenja. Za oboljelu osobu multipla skleroza predstavlja životnu prekretnicu koja zahtijeva neprestanu prilagodbu na nova ograničenja, gubitak funkcija i promjene u osobnim i profesionalnim odnosima. Bolest se češće pojavljuje kod žena nego kod muškaraca i može se javiti u bilo kojoj životnoj dobi, no najčešće je to između 20. i 40. godine (Pelesk, 2021), u razdoblju koje je važno za osobni razvoj, obrazovanje, zapošljavanje, stvaranje obitelji i društvenu afirmaciju. Stoga MS ne utječe samo na tjelesno zdravlje pacijenta, već i na emocionalnu stabilnost, samopouzdanje, socijalne kontakte i ekonomsku sigurnost. Simptomi bolesti variraju od osobe do osobe, ali u gotovo svim slučajevima uzrokuju smanjenje kvalitete života. Pacijenti se suočavaju s fizičkim simptomima poput umora, motoričkih i osjetilnih poremećaja, kao i sa psihološkim izazovima poput depresije, anksioznosti, smanjenog kognitivnog kapaciteta i emocionalne nestabilnosti. Dodatno, stigma povezana s neurološkim bolestima, kao i nedostatna edukacija javnosti, često dovode do socijalne izolacije oboljelih (MacDuffie et al., 2021). Zbog progresivne prirode bolesti i nepredvidivosti njenog tijeka, mnogi pacijenti razvijaju osjećaj nesigurnosti, straha i bespomoćnosti. Čimbenik koji je usko povezan s aspektom zdravlja i sveukupnom kvalitetom života je suočavanje (Poljak, 2024). Uspješno suočavanje s multiplom sklerozom stoga zahtijeva cjelovit pristup koji uključuje liječenje fizičkih simptoma, pružanje psihološke podrške, održavanje socijalnih odnosa i jačanje emocionalne otpornosti. U ovom članku analizirat će se utjecaj multiple skleroze na kvalitetu života pacijenata kroz fizikalnu i psihosocijalnu dimenziju, uz poseban naglasak na važnost multidisciplinarnog pristupa u liječenju i podršci. Kroz pregled aktualnih istraživanja i iskustava oboljelih, cilj je ukazati na nužnost sveobuhvatnog razumijevanja ove bolesti kako bi se omogućilo bolje planiranje skrbi, individualizirane intervencije i veća socijalna uključenost osoba s MS-om.

2. CILJ RADA

Cilj ovog rada je analizirati i prikazati utjecaj multiple skleroze na kvalitetu života oboljelih osoba, s posebnim naglaskom na fizičke i psihosocijalne aspekte bolesti. Kroz pregled dostupne literature i istraživanja, rad nastoji istaknuti važnost sveobuhvatnog i multidisciplinarnog pristupa u skrbi za osobe s multiplom sklerozom. Cilj je podići svijest o potrebi za holističkim razumijevanjem ove bolesti koje uključuje ne samo medicinsku terapiju, već i psihološku podršku, socijalnu integraciju te promociju strategija za očuvanje samostalnosti i kvalitete života oboljelih. Posebna pažnja posvećena je prikazu važnosti tjelesne aktivnosti i psiholoških intervencija u poboljšanju svakodnevnog funkcioniranja i emocionalne stabilnosti osoba s MS-om.

3. METODE

U izradi ovog rada korišten je pregled literature kao temeljna istraživačka metoda. Rad se temelji na kvalitativnoj analizi znanstvenih i stručnih izvora koji se bave utjecajem multiple skleroze na kvalitetu života oboljelih osoba, s naglaskom na fizičke i psihosocijalne aspekte bolesti. Literatura je prikupljana iz relevantnih medicinskih i psiholoških baza podataka kao što su PubMed, Scopus, Google Scholar. Kriteriji za odabir literature uključivali su aktualnost izvora, znanstvenu relevantnost, fokus na problematiku kvalitete života kod osoba s multiplom sklerozom te prikaz suvremenih pristupa u liječenju i podršci oboljelima. Poseban naglasak stavljen je na radove objavljene u posljednjih pet godina kako bi se osigurala ažurnost podataka. Analizirani su članci koji su se bavili prevalencijom i dijagnostikom MS-a, liječenjem i rehabilitacijom, tjelesnim i psihičkim simptomima bolesti, kao i utjecajem tjelesne aktivnosti i psiholoških intervencija na svakodnevno funkcioniranje pacijenata. Metodološki pristup uključivao je kvalitativnu obradu sadržaja, usporedbu rezultata različitih istraživanja te integraciju nalaza u koherentnu analizu koja obuhvaća kako fizičke, tako i emocionalne i socijalne dimenzije života osoba s MS-om. Cilj je bio pružiti sveobuhvatan prikaz problema s kojima se suočavaju oboljeli i istaknuti važnost multidisciplinarnog pristupa u pružanju skrbi i podrške.

4. REZULTATI

Analizom dostupne literature potvrđeno je da multipla skleroza značajno utječe na sve aspekte kvalitete života oboljelih osoba. Fizičke poteškoće kao što su motorički poremećaji, slabost mišića, problemi s ravnotežom, kronični umor,

vidni poremećaji te urinarna i crijevna disfunkcija najčešći su simptomi koji smanjuju samostalnost i otežavaju obavljanje svakodnevnih aktivnosti. Posebno je naglašeno da bolest progresijom dovodi do sve većeg stupnja fizičke nesposobnosti, što pacijente često čini ovisnima o tuđoj pomoći ili različitim ortopedskim pomagalima. Psihološki aspekt bolesti jednako je važan i značajno doprinosi smanjenju kvalitete života. Depresija, anksioznost, poremećaji raspoloženja, kognitivna oštećenja i socijalna izolacija pojavljuju se kod velikog broja oboljelih. Umor se javlja kod većine bolesnika, manifestirajući se smanjenom sposobnošću koncentracije, gubitkom energije, smanjenom izdržljivošću te osjećajem iscrpljenosti koji često zahtijeva odmor ili san (Šuto, 2024). Umor kao jedan od najčešćih simptoma dodatno pridonosi psihičkom opterećenju i smanjenju motivacije za sudjelovanjem u terapijskim i socijalnim aktivnostima. Literatura također ističe pozitivan učinak fizičke aktivnosti i psiholoških intervencija na opće stanje oboljelih. Redovita tjelovježba poboljšava mišićnu snagu, ravnotežu i kardiovaskularnu izdržljivost te smanjuje umor, dok psihološke tehnike poput mindfulnessa doprinose smanjenju simptoma depresije i anksioznosti te jačanju emocionalne otpornosti (Marcella et al., 2022). Uočeno je da multidisciplinarni pristup liječenju, koji uključuje farmakološku terapiju, fizikalnu rehabilitaciju, psihološku podršku i socijalnu integraciju, daje najbolje rezultate u očuvanju funkcionalne sposobnosti, poboljšanju emocionalnog zdravlja i povećanju ukupne kvalitete života osoba s multiplom sklerozom.

5. RASPRAVA

Multipla skleroza (MS) je bolest koja svojim progresivnim tijekom i raznolikom simptomatologijom duboko zadire u svakodnevni život oboljelih. Rezultati analize literature jasno ukazuju na kompleksnost utjecaja MS-a na fizičke, psihološke i socijalne aspekte života, što potvrđuje nužnost cjelovitog i individualiziranog pristupa u liječenju i podršci. Fizičke poteškoće, kao što su smanjena pokretljivost, tremor, slabost mišića, poremećaji koordinacije i vida, značajno narušavaju sposobnost samostalnog funkcioniranja. Pacijenti često gube mogućnost obavljanja osnovnih dnevnih aktivnosti, što dovodi do povećane ovisnosti o članovima obitelji ili zdravstvenim radnicima. Osim fizičkih simptoma, psihološke posljedice bolesti imaju jednako ozbiljan, ako ne i veći utjecaj na kvalitetu života. Depresija i anksioznost utječu na kvalitetu života pacijenata s MS-om, a liječenje još uvijek nije dobro utvrđeno (Peres et al., 2022). Depresija, anksioznost, emocionalna labilnost i kognitivne disfunkcije prisutne su kod velikog broja oboljelih. Depresivne epizode nisu samo reakcija

na gubitak funkcionalnosti, već su često i rezultat samih neuroloških promjena u mozgu izazvanih bolešću. Psihološki simptomi dodatno otežavaju suočavanje s fizičkim ograničenjima te mogu dovesti do smanjene motivacije za uključivanje u rehabilitacijske i socijalne aktivnosti. Posebno zabrinjava činjenica da multipla skleroza najčešće pogađa osobe u najaktivnijem razdoblju života, između 20. i 40. godine, kada su u fazi izgradnje profesionalne karijere, obitelji i osobnih ciljeva (Poljak, 2024). Gubitak radne sposobnosti, promjene u profesionalnom statusu, smanjena ekonomska neovisnost i otežana socijalna interakcija dodatno narušavaju osjećaj vrijednosti i samopouzdanja oboljelih. Mnogi pacijenti suočavaju se sa stigmatizacijom, nerazumijevanjem u radnom okruženju i teškoćama u održavanju socijalnih veza, što doprinosi osjećaju izolacije i marginalizacije (MacDuffie et al., 2021). Upravo zbog multidimenzionalnih izazova koje MS donosi, nužno je pristupiti pacijentu holistički. Kognitivno oštećenje je rašireno i iscrpljujuće među osobama s multiplom sklerozom MS. Iako su mnogi farmakološki tretmani pokazali dobru učinkovitost u smanjenju kliničkih recidiva, moždanih lezija i poboljšanju određenih fizičkih simptoma, njihova učinkovitost u poboljšanju kognitivne funkcije nije dobro shvaćena (Chen et al., 2020). Farmakološka terapija, iako ključna u usporavanju progresije bolesti i ublažavanju simptoma, nije dostatna za očuvanje cjelokupne kvalitete života. Istraživanja pokazuju da kombinacija farmakoloških tretmana s fizikalnom rehabilitacijom, psihološkom podrškom i edukacijom pacijenata i njihovih obitelji značajno povećava funkcionalnu sposobnost, emocionalnu stabilnost i socijalnu uključenost oboljelih. Fizička aktivnost se u literaturi ističe kao jedna od najučinkovitijih nefarmakoloških intervencija za očuvanje zdravlja i funkcionalnosti kod osoba s MS-om (Kalb et al., 2020). Redovita tjelovježba doprinosi povećanju mišićne snage, poboljšanju ravnoteže, smanjenju umora i povećanju općeg osjećaja dobrobiti. Posebno se naglašava važnost prilagođene fizičke aktivnosti, osmišljene prema funkcionalnim mogućnostima svakog pacijenta. Aerobne vježbe niskog intenziteta, vježbe za jačanje mišića, ravnotežu i fleksibilnost mogu značajno usporiti napredovanje simptoma i povećati samostalnost pacijenata. Psihološke intervencije također igraju ključnu ulogu u očuvanju kvalitete života. Mindfulness tehnike, kognitivno-biheviorala terapija, edukacijski programi za suočavanje sa stresom i grupne terapije pokazali su se učinkovitima u smanjenju simptoma depresije i anksioznosti, povećanju emocionalne otpornosti te poboljšanju subjektivnog doživljaja kvalitete života (Marcella et al., 2022). Posebno se ističe važnost razvijanja strategija suočavanja s bolešću koje pomažu pacijentima da aktivno sudjeluju u vlastitom liječenju i održavaju osjećaj kontrole nad svojim životom. Važan aspekt u skrbi za osobe s MS-om

jest i podrška obitelji. Formiranje znanja i razumijevanje perspektive pacijenata s MS-om, njihovih obitelji i njegovatelja ključno je za poboljšanje izgradnje intervencija skrbi koje mogu najbolje poslužiti ovoj ranjivoj skupini (Meehan & Doody, 2020). Članovi obitelji često postaju glavni pružatelji skrbi, što može predstavljati značajan emocionalni i fizički teret. Edukacija obitelji o prirodi bolesti, simptomima, mogućnostima liječenja i načinima podrške važna je za očuvanje kvalitete života ne samo pacijenata, nego i samih članova obitelji. Programi psihosocijalne podrške za njegovatelje pridonose smanjenju stresa, povećanju kompetencija i poboljšanju odnosa unutar obitelji. Zdravstveni sustav također ima odgovornost u osiguravanju kontinuirane i dostupne skrbi za oboljele. Organizacija multidisciplinarnih timova koji uključuju neurologa, fizioterapeuta, psihologa, medicinsku sestru, socijalnog radnika i radnog terapeuta pokazala se kao najbolji model za pružanje sveobuhvatne skrbi. Takav pristup omogućuje individualiziranu procjenu potreba pacijenta i kreiranje plana liječenja koji uključuje sve aspekte zdravlja i funkcioniranja. Unatoč dostupnim terapijama i intervencijama, mnoge osobe s multiplom sklerozom i dalje ostaju nedovoljno podržane. Poteškoće u pristupu zdravstvenim uslugama, ekonomska ograničenja, nedostatak edukacije o bolesti u općoj populaciji i socijalna stigmatizacija dodatno pogoršavaju izazove s kojima se suočavaju oboljeli. Stoga je potrebno ne samo unaprijediti zdravstvenu skrb, nego i razvijati društvene politike koje promiču prava i interese osoba s invaliditetom, uključujući pristup obrazovanju, zapošljavanju, zdravstvenim uslugama i socijalnoj zaštiti. Rezultati analize literature potvrđuju da multipla skleroza ima višestruki utjecaj na kvalitetu života oboljelih osoba. Sestrinstvo igra integralnu ulogu u multidisciplinarnom timu (Michael et al., 2025). Trenutno je uloga sestrinstva i biti glasnogovornik i podupiratelj, zagovornik pacijenata (Witzig-Brändli et al., 2022). Samo cjelovit, multidisciplinaran i individualiziran pristup može odgovoriti na složenost potreba ovih pacijenata. Fokus treba biti ne samo na ublažavanju simptoma, već i na osnaživanju oboljelih, promicanju njihove samostalnosti, integraciji u društvo i očuvanju dostojanstva. Povećanje svijesti javnosti o specifičnostima života s multiplom sklerozom ključno je za stvaranje društva koje podržava aktivno sudjelovanje i punopravno uključivanje svih svojih članova, bez obzira na zdravstveno stanje.

6. ZAKLJUČAK

Multipla skleroza predstavlja značajan izazov za oboljele osobe, ne samo zbog fizičkih simptoma koje uzrokuje, već i zbog dubokih psihosocijalnih posljedica

koje ozbiljno narušavaju kvalitetu života. Analiza dostupne literature pokazuje da bolest utječe na gotovo sve aspekte svakodnevice — od samostalnosti u obavljanju osnovnih aktivnosti, preko profesionalnog i obrazovnog razvoja, do emocionalne stabilnosti i socijalnih odnosa. S obzirom na složenost simptoma i nepredvidivost tijeka bolesti, nužan je sveobuhvatan, individualizirani i multidisciplinarni pristup skrbi. Farmakološke terapije mogu usporiti progresiju bolesti i ublažiti simptome, ali dugoročno očuvanje kvalitete života zahtijeva kombinaciju fizičke rehabilitacije, psihološke podrške, edukacije i socijalne integracije. Fizička aktivnost i primjena psiholoških tehnika, poput mindfulnessa, dokazano poboljšavaju tjelesno i mentalno zdravlje oboljelih te pružaju dodatnu podršku u suočavanju s bolešću. Važnu ulogu u životu oboljelih imaju obitelj, prijatelji i šira zajednica, čija podrška može znatno olakšati prilagodbu na novo zdravstveno stanje. Istovremeno, zdravstveni sustav mora osigurati dostupnost multidisciplinarnih timova i programa rehabilitacije koji će biti usmjereni na očuvanje funkcionalne sposobnosti, emocionalne otpornosti i socijalne uključenosti osoba s MS-om. Kako bi se oboljelima omogućilo dostojanstveno življenje, važno je kontinuirano raditi na podizanju svijesti javnosti o izazovima koje multipla skleroza donosi. Samo kroz razumijevanje, empatiju i odgovarajuće društvene mjere moguće je stvoriti okruženje koje će osobama s MS-om omogućiti aktivno sudjelovanje u društvenom životu te očuvanje njihove samostalnosti i kvalitete života unatoč kroničnoj bolesti.

LITERATURA

1. Chen, M. H., Goverover, Y., Genova, H. M., & DeLuca, J. (2020). Cognitive efficacy of pharmacologic treatments in multiple sclerosis: a systematic review. *CNS drugs*, *34*, 599-628.
2. Kalb, R., Brown, T. R., Coote, S., Costello, K., Dalgas, U., Garmon, E.,…Keller, J. (2020). Exercise and lifestyle physical activity recommendations for people with multiple sclerosis throughout the disease course. *Multiple Sclerosis Journal*, *26*(12), 1459-1469.
3. Kodžoman, L. (2023). Multipla skleroza.
4. MacDuffie, K. E., Grubbs, L., Best, T., LaRoche, S., Mildon, B., Myers, L.,…Rommelfanger, K. S. (2021). Stigma and functional neurological disorder: a research agenda targeting the clinical encounter. *CNS spectrums*, *26*(6), 587-592.
5. Marcella, D. C., Denise, G., Rosanna, P., Viviana, L. B., Emanuele, C., Katia, M.,…Giangaetano, D. A. (2022). Psychological well-being in people with

multiple sclerosis: a descriptive review of the effects obtained with mindfulness interventions. *Neurological sciences*, 1-7.

6. Meehan, M., & Doody, O. (2020). The role of the clinical nurse specialist multiple sclerosis, the patients' and families' and carers' perspective: an integrative review. *Multiple sclerosis and related disorders*, *39*, 101918.
7. Michael, S., Hugh, K., & Guido, G. (2025). Evaluating the evidence behind multidisciplinary roles for a multiple sclerosis unit: A systematic literature review. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 106342.
8. Pelesk, P. (2021). MULTIPLA SKLEROZA.
9. Peres, D. S., Rodrigues, P., Viero, F. T., Frare, J. M., Kudsi, S. Q., Meira, G. M., & Trevisan, G. (2022). Prevalence of depression and anxiety in the different clinical forms of multiple sclerosis and associations with disability: A systematic review and meta-analysis. *Brain, behavior, & immunity-health*, *24*, 100484.
10. Poljak, M. (2024). Kvaliteta života bolesnika s multiplom sklerozom.
11. Witzig-Brändli, V., Lange, C., Gschwend, S., & Kohler, M. (2022). "I would stress less if I knew that the nurse is taking care of it": Multiple Sclerosis inpatients' and health care professionals' views of their nursing-experience and nursing consultation in rehabilitation—a qualitative study. *BMC nursing*, *21*(1), 232.
12. Šuto, K. (2024). Utjecaj umora na osobe oboljele od multiple skleroze.

ZNANJE I STAVOVI ŽENA O SINDROMU POLICISTIČNIH JAJNIKA

KNOWLEDGE AND ATTITUDES OF WOMEN ABOUT POLYCYSTIC OVARY SYNDROME

Stručni rad/ Professional paper

v. pred Sabina Bis*

pred. Daliborka Vukmanić*

v. pred. Đurđica Grabovac*

Ana Cikuš, studentica*

Sažetak

Sindrom policističnih jajnika prevladavajući je endokrini i metabolički poremećaj koji se javlja kod žena u reproduktivnoj dobi. Povezanost sindroma policističnih jajnika s povećanim rizikom od dijabetesa tip 2, hipertenzije i kardiovaskularnih bolesti naglašava važnost ranog prepoznavanja i liječenje ovog sindroma. Terapija se fokusira na promjene u načinu života, farmakološkoj terapiji te eventualnim reproduktivnim tehnikama za žene koje žele zatrudnjeti. Rad istražuje razinu znanja i stavove žena o sindromu policističnih jajnika, s ciljem procjene informiranosti i stavova koje žene imaju prema ovom stanju. Istraživanje je provedeno putem online ankete koja je uključivala sudionice različite životne dobi. Glavni rezultat istraživanja pokazuje da žene koje su završile medicinsko obrazovanje imaju značajno bolje znanje o sindromu policističnih jajnika u odnosu na žene koje su završile neki drugi obrazovni smjer, kod njih se javljala nesigurnost u većini odgovora. Ovi rezultati upućuju na važnost edukacije i njenog posljedičnog utjecaja na kvalitetu života. Zaključci istraživanja ukazuju na potrebu za ranijom edukacijom o simptomima PCOS-a, važnosti redovitih ginekoloških pregleda i povećanoj svijesti o intimnom zdravlju.

Ključne riječi: *policistični jajnici, stavovi, znanje*

* Veleučilište u Bjelovaru, email: sbis@vub.hr

* Veleučilište u Bjelovaru, email: dvukmanic@vub.hr

* Veleučilište u Bjelovaru, email: dgrabovac@vub.hr

* Veleučilište u Bjelovaru

Abstract

Polycystic ovary syndrome is the most common endocrine and metabolic disorder in women of reproductive age. The association of polycystic ovary syndrome with an increased risk of type 2 diabetes, hypertension, and cardiovascular disease highlights the importance of early recognition and treatment of this syndrome. Treatment focuses on lifestyle changes, pharmacological therapy, and potential reproductive techniques for women who want to conceive. The paper explores the level of knowledge and attitudes of women about polycystic ovary syndrome, with the aim of assessing the level of awareness and attitudes women have toward this condition. The research was conducted via an online survey that included participants of different ages. The main result of the research shows that women who have completed medical education have significantly better knowledge about polycystic ovary syndrome compared to women who have completed some other educational field, with uncertainty in most of their responses. These results indicate the importance of education and its consequent impact on quality of life. The research conclusions indicate the need for earlier education about the symptoms of PCOS, the importance of regular gynecological examinations and increased awareness of intimate health.

Key words*: polycystic ovaries, attitudes, knowledge*

1. UVOD

Sindrom policističnih jajnika (PCOS od engl. Polycystic ovary syndrome) vodeći je reproduktivno-metabolički poremećaj kod žena fertilne dobi koji se očituje nizom kliničkih značajki i simptoma, a karakteriziraju ga kronična anovulacija sa oligomenorejom, hiperandrogenezom i policističnim izgledom jajnika. Žene koje imaju policistične jajnike imaju veći rizik za borbu s kilogramima, intoleranciju na glukozu, inzulinsku rezistenciju, dijabetes tip 2, hipertenziju, dislipidemiju i ostale metaboličke sindrome (Pavičić-Baldani, 2013).

Etiologija PCOS-a još uvijek nije u potpunosti poznata. Studije pokazuju da je prisutnost policističnih jajnika veća u obiteljima u kojima se ona već prije pojavljivala što nam ukazuje na to da genetika ima vrlo važnu ulogu u nastanku (Eljuga, Eljuga, 2019; Sadeghi et al 2022). Prevalencija sindroma policističnih jajnika iznosi 15 do 25% u generativnoj dobi žena prema Europskim kriterijima za dijagnozu. Stopa javljanja je najčešća kod adolescentica i to čak 25% (Pentz, 2010). Studije su istaknule kako žene u Pakistanu imaju jednu od najvećih učestalosti PCOS-a u svijetu (Sidra et al, 2022).

S obzirom na različitost simptoma, liječnici i znanstvenici donijeli su niz dijagnostičkih kriterija za postavljanje dijagnoze. Da bi se ona mogla postaviti moraju biti zadovoljena 2 od 3 osnovna kriterija, a to su: policistični jajnici dokazani ultrazvukom, oligoovulacija i/ili anovulacija i hiperandrogeneza. Uzima se detaljna anamneza, ispituju se simptomi i znakovi, trajanje menstrualnog ciklusa, razina hormona te prisutnost drugih bolesti (Saddiqui et al, 2022; Orešković et al, 2021; Pulić, Klobučar-Marijanović, 2017).

Liječenje je moguće te ima individualni pristup, ovisno o dobi, poremećaju ciklus, razini inzulina, pretilosti te naposljetku željom za trudnoćom. Ono primarno ovisi o tome želi li pacijentica trudnoću odmah ili ne želi još neko vrijeme (Marton, 2024). Neplodnost u Republici Hrvatskoj bilježi oko 80 000 parova, odnosno 20%. Od toga u 25% razloga neplodnosti spada neodgovarajuća proizvodnja jajne stanice što nam ukazuje na policistične jajnike (Farena, 2016). Liječenje neplodnosti kod žena koje imaju PCOS usmjereno je na poticanje ovulacije uz pomoć klomifen citrata (Marton, 2024; Allahbadia, Merchant, 2011). Isto tako dostupni dokazi naglašavaju kako slaba svijest o policističnim jajnicima može doprinijeti negativnim ishodima za žene. Stoga je potrebno povećati svijest o policističnim jajnicima kod žena kako bi one bolje razumjele svoje stanje te započele sa što ranijim liječenjem koje bi podiglo kvalitetu života žena sa policističnim jajnicima (Rizvi, 2023).

Svrha ovog rada je procjena razine znanja i stavova na temu policističnih jajnika, o samoj bolesti i kliničkoj manifestaciji. Uz navedeno analizirani podaci uključuju sociodemografske, zdravstvene podatke ispitanica njihovu informiranost i razinu svijesti o potrebitosti provođenja edukacije o policističnim jajnicima.

2. METODE I ISPITANICI

U svrhu istraživanja sastavljena je anketa putem Google Forms obrasca na temu „Znanje i stavovi žena o sindromu policističnih jajnika“. Dobiveni podatci statistički su obrađeni te grafički prikazani pomoću računalnog programa Microsoft Excele 365.

Anketa se provodila online preko društvene mreže Facebook u razdoblju od 07. svibnja do 27. svibnja 2024. godine. Anketa je bila u potpunosti anonimna. Kao predložak za izradu ankete poslužili su nam radovi na sličnu temu.

Upitnik se sastoji od 31 pitanja od kojih su:

- 7 pitanja socio-demografskog tipa: dob, mjesto stanovanja, stupanj obrazovanja, bračni status, mjesečni obiteljski prihodi, visina i težina
- 11 pitanja o zdravstvenim podacima: boluju li od kakve kronične bolesti, posjećuju li ginekologa, povijest trudnoće, korištenje kontracepcijskih sredstava, koliko dana im traje menstruacija i kakav je menstrualni ciklus, rast dlaka na tijelu, ima li ispitanica ili netko u njenoj obitelji sindrom policističnih jajnika, jesu li ikada tražili informacije o policističnim jajnicima i gdje
- 13 pitanja o znanju i stavovima: smatraju li da prekomjerna težina, korištenje kontracepcijskih sredstava, neredoviti menstrualni ciklus, pozitivna obiteljska anamneza, pojačana dlakavost, mjesečna primanja ispod prosjeka utječu na vjerojatnost nastanka policističnih jajnika. Pitanja o znanju bila su višestrukog izbora gdje je trebalo odabrati koje tvrdnje smatraju točnima o policističnim jajnicima, koji su uzroci, mogući način liječenja, utjecaj na kvalitetu života, podizanje svijesti o sindromu policističnih jajnika. Zadnje pitanje se odnosilo na zainteresiranost ženske populacije o edukacijskim programima posvećenim policističnim jajnicima.

3. REZULTATI I RASPRAVA

Nakon završetka ankete ukupno je prikupljeno 250 odgovora. Rezultati su prikazani prema sadržaju pitanja upitnika: sociodemografska obilježja ispitanica, zdravstveni podaci ispitanica, informiranost, znanje i stavovi, te podizanje svijesti i edukacija o PCOS-u. Dobivene odgovore na pitanja o znanju i stavovima dodatno su uspoređeni prema vrsti obrazovanja (medicinsko obrazovanje i nemedicinsko).

3.1 Sociodemografska obilježja ispitanica

Najviše ispitanica bilo je u dobi između 25 i 34 godine, dok je najmanji broj ispitanica, samo jedna, mlađa od 18 godina. Ta dob predstavlja generativnu dob, kada se planira osnivanje obitelji. U istraživanju je sudjelovalo 37 ispitanica koje su završile srednju ili višu školu zdravstvenog usmjerenja. Većina ih se izjasnila da je u vezi/ braku. U prosjeku imaju prosječna mjesečna primanja.

Tabela 1. Socio-demografske karakteristike ispitanica

SOCIO-DEMOGRAFSKE KARAKTERISTIKE		**N (%)**
Dob:	Manje od 18	1 (1,00)
	18-24 godine	77 (30,80)
	25-34 godine	96 (38,40)
	35-44 godina	46 (18,40)
	45 + godina	30 (12,00)
Mjesto stanovanja:	Grad	118 (47,20)
	Selo	112 (44,80)
	Prigradsko naselje	20 (8,00)
Stupanj obrazovanja:	OŠ	19 (7,60)
	SSS	131 (52,40)
	VSS	63 (25,20)
	SSS zdravstvenog usmjerenja	21 (8,40)
	VSS zdravstvenog usmjerenja	16 (6,40)
Bračni status:	Slobodna	52 (20,80)
	U vezi	89 (35,60)
	U braku	109 (43,60)
Mjesečni obiteljski prihodi:	Ispod prosjeka	20 (8,00)
	Prosječni	195 (78,00)
	Iznad prosjeka	35 (14,00)

U anketi su ispitanice trebale napisati svoju težinu i visinu iz kojih je izračunat indeks tjelesne mase (BMI). Iz tablice je vidljivo da najviše ispitanica ima normalan BMI, ali također među ispitanicama prisutna je morbidna pretilost i to kod 5 ispitanica.

Tabela 2. BMI vrijednosti ispitanica

BMI VRIJEDNOSTI	KLASIFIKACIJE PREMA SZO	N(%)
<16	Ozbiljna pothranjenost	1 (0,00)
16,0-17,0	Umjerena pothranjenost	1 (0,00)
17,0-18,50	Blaga pothranjenost	11 (5,00)
18,50-24,90	Normalan	123 (49,00)
25,0-29,90	Prekomjerna tjelesna težina	67 (27,00)
30,0-34,90	Pretilost	30 (12,00)
35,0-39,90	Opasna pretilost	12 (5,00)
≥40	Morbidna pretilost	5 (2,00)

3.2 Zdravstveni podaci ispitanica

U tablici 3.3. prikazani su zdravstveni podatci ispitanica. Navedeni podatci nam ukazuju na potrebu provedbe edukacije cijele ženske populacije s ciljem podizanja svijesti o reproduktivnom zdravlju. S obzirom na broj ispitanica koje su ispunjavale ovu anketu, više od polovice ih je navelo kako nemaju policistične jajnike, ali poznaju nekoga tko ima. Prema Europskim kriterijima za dijagnozu prevalencija policističnih jajnika u svijetu iznosi 15-25% gdje zahvaća žene najviše u generativnoj dobi (Puljić i Klobučar-Marijanović, 2017). Ginekologa posjećuju najviše jednom godišnje, dok samo 2,40% odnosno 6 ispitanica ginekologa posjećuje jednom u tri godine. Na temelju ovoga podatka možemo zaključiti zašto neke ispitanice imaju lošije znanje o policističnim jajnicima, te zašto se PCOS ili neki drugi zdravstveni problem ne otkrije na vrijeme. Isto tako potrebo je educirati ispitanice o važnosti redovitog ginekološkog pregleda koji bi se trebalo obavljati jednom godišnje.

Tabela 3. Zdravstveni podaci ispitanica

ZDRAVSTVENI PODACI		N(%)
Bolujete li od kakve kronične bolesti?	Da	58 (23,20)
	Ne	192 (76,80)
Posjećujete li ginekologa?	Jednom godišnje	177 (70,80)
	Jednom u dvije godine	21 (8,40)
	Jednom u tri godine	6 (2,40)
	Rjeđe	20 (8,00)
	Nisam još bila trudna	26 (10,40)
Povijest trudnoće:	Pokušala zatrudnjeti s uspješnim začećem i porodom	106 (42,40)
	Bezuspješno pokušavala zatrudnjeti više od 1 godine	22 (8,80)
	Nikad nisam bila trudna	122 (48,80)
Koristite li kontracepcijska sredstva:	Da	50 (20,00)
	Ne	153 (61,20)
	Ne, ali prije jesam	47 (18,80)
Koliko dana vam traje menstruacija?	Do 3 dana	14 (5,60)
	Do 5 dana	131 (52,40)
	Do 7 dana	91 (36,40)
	Do 9 dana	14 (5,60)
Kakav vam je menstrualni ciklus?	Reguliran, redovan	157 (62,80)
	Nereguliran	76 (30,40)
	Nisam sigurna	17 (6,80)
Kakav vam je rast dlaka na tijelu?	Normalan	194 (77,60)
	Pojačan	56 (22,40)
Imate li sindrom policističnih jajnika?	Da	83 (33,20)
	Ne	112 (44,80)
	Ne, ali poznam nekog	55 (22,00)

	tko ima	
Ima li netko u vašoj obitelji policistične jajnike?	Da	44 (17,60)
	Ne	156 (62,40)
	Nisam sigurna	50 20,00)

Većina ispitanica ne koristi kontracepcijska sredstva. Usporedivši sa znanstvenim radom iz Pakistana vidljivo je kako 92,70% ispitanica nije pilo kontracepcijska sredstva, a njih 7,30% ih je koristilo. Njihove studije navode kako sudionice koje su koristile kontracepcijska sredstva imaju čak četiri puta veću vjerojatnost da će tijekom života razviti PCOS u odnosu na one koje ih nisu nikada koristile (Rizvi, 2023).

U našem istraživanju 33,20% ispitanica ima policistične jajnike, a njih 44,80% nema. U pakistanskoj studiji 9,60% ispitanica je navelo kako ima sindrom policističnih jajnika, dok je 79,7% navelo kako nema. Jednu od najvećih učestalosti policističnih jajnika u svijetu imaju žene koje žive u Pakistanu (Rizvi, 2023). Možemo vidjeti da je u ovom istraživanju dosta mala razlika u brojci koliko ispitanica ima, odnosno nema policistične jajnike. Usporedno sa pakistanskim radom također je vidljivo da ispitanice imaju više dokazanih slučajeva policističnih jajnika iako je u literaturi dostupna informacija da je kod njih najveća učestalost u svijetu.

3.3 Informiranost ispitanica

Naredna dva pitanja odnosila su se na traženje informacija o policističnim jajnicima. Većina ispitanica, čak 73% informiralo se o policističnim jajnicima i to najviše putem interneta, a zatim od strane doktora ili ginekologa. Ovo je vrlo pozitivan rezultat koji ukazuje na činjenicu smanjivanja tabua oko sindroma policističnih jajnika. Iako je i dalje postojana potreba za podizanja svijesti oko reproduktivnog zdravlja žena. Istraživanje koje je provedeno u Saudijskoj Arabiji pokazuje da se znanje sudionika povećalo nakon inicijative o podizanju svijesti o sindromu policističnih jajnika preko društvenih mreža (Anjum et al, 2023). Rizvi M. i suradnici navode kako pakistanskim ženama nedostaje literature preko koje bi saznale informacije o PCOS-u.

Tabela 4. Informiranost ispitanica

INFORMIRANOST O POLICISTIČNIM JAJNICIMA		N(%)
Jeste li ikada tražili informacije o policističnim jajnicima?	Da	182 (73,00)
	Ne	68 (27,00)
Ako jeste, gdje ste tražili informacije?	Na internetu	150 (40,00)
	Putem informativnih letaka, plakata	16 (4,00)
	Od doktor, ginekologa	108 (29,00)
	Od nekog tko već ima PCOS	80 (21,00)

Izvor: Autori

3.4 Znanje i stavovi ispitanica

Na dio pitanja u kojima su se ispitivala znanja i stavovi, ispitanice su mogle izabrati tri ponuđena odgovora: da, ne i nisam sigurna. Ovisno o postavljenom pitanju uočena je izrazita nesigurnost ispitanica, obzirom da je najčešći odabrani odgovor bio „nisam sigurna“ što nam ukazuje za potrebnom dodatnom edukacijom na ovu temu.

Tabela 5. Znanje i stavovi o policističnim jajnicima

ZNANJE I STAVOVI O POLICISTIČNIM JAJNICIMA		N (%)
Smatrate li da osobe koje imaju prekomjernu težinu imaju veću vjerojatnost za nastanak policističnih jajnika?	Da	90 (36,00)
	Ne	59 (23,60)
	Nisam sigurna	101 (40,40)
Smatrate li da je korištenje kontracepcijskih sredstava može povećati vjerojatnost nastanka policističnih jajnika?	Da	41 (16,40)
	Ne	105 (42,00)
	Nisam sigurna	104 (41,60)
Smatrate li da osobe koje nemaju redoviti menstrualni ciklus imaju veću vjerojatnost za nastanak policističnih jajnika?	Da	139 (55,60)
	Ne	38 (15,20)
	Nisam sigurna	73 (29,20)

Smatrate li da ako vam u obitelji netko boluje od policističnih jajnika da je veća vjerojatnost da ćete i vi tijekom života imati policistične jajnike?	Da	143 (57,20)
	Ne	44 (17,60)
	Nisam sigurna	63 (25,20)
Smatrate li da osobe koje imaju pojačanu dlakavost (hirzutizam) imaju veću vjerojatnost za nastanak policističnih jajnika?	Da	111 (44,40)
	Ne	55 (22,00)
	Nisam sigurna	84 (33,60)
Smatrate li da osobe koje imaju mjesečna primanja ispod prosjeka imaju veću vjerojatnost za razvoj policističnih jajnika?	Da	7 (2,80)
	Ne	209 (83,60)
	Nisam sigurna	34 (13,60)

Drugi dio upitnika obuhvaćao je pet pitanja vezana uz znanje o policističnim jajnicima. Ispitanice su trebale odabrati sve ono što misle da je točno ili se složiti sa tvrdnjom da je sve od navedenog točno.

Tabela 6. Pitanja o policističnim jajnicima

PITANJA O POLICISTIČNIM JAJNICIMA	**N(%)**
Što smatrate od ponuđenog da su klinička obilježja policističnih jajnika?	
neredoviti menstrualni ciklusi	152 (60,80)
ciste na jajnicima	144 (57,60)
smanjena plodnost ili neplodnost	140 (56,00)
hormonska neravnoteža (višak muških hormona / androgena u organizmu)	126 (50,40)
povećana sklonost debljanju	95 (38,00)
sve od navedenog	93 (37,20)
poremećaj raspoloženja (depresija, anksioznost)	72 (28,80)
povećan rizika od metaboličkih komplikacija (dijabetes tip 2, gestacijski dijabetes, kardiovaskularne bolesti)	46 (18,40)
Koje od sljedećih tvrdnji o sindromu policističnih jajnika smatrate točnima?	

policistični jajnici mogu dovesti do problema sa plodnošću i začećem	198 (79,20)
policistične jajnike može uzrokovati hormonalna ne ravnoteža	176 (70,40)
povećana dlakavost tijela čest je simptom policističnih jajnika	126 (50,40)
policistični jajnici mogu povećati rizik za nastanak dijabetesa	58 (23,20)
sve od navedenog je točno	52 (20,80)
policistične jajnike uvijek uzrokuje pretilost	16 (6,40)
Kako biste opisali uzroke sindroma policističnih jajnika:	
hormonska neravnoteža	140 (56,00)
sve od navedenog	87 (35,00)
nasljedni faktor	16 (6,00)
utjecaj okoliša	7 (3,00)
Koji su mogući načini liječenja sindroma policističnih jajnika?	
hormonska terapija	169 (67,60)
lijekovi za regulaciju menstrualnog ciklusa	122 (48,80)
kontrola težine i prehrana	105 (42,00)
sve navedeno	74 (29,60)
kirurški zahvat	40 (16,00)
Kako sindrom policističnih jajnika može utjecati na kvalitetu života žena koje ga imaju?	
sve od navedenog	144 (57,6)
problemi s neplodnošću	129 (51,6)
problemi s kožom i aknama	97 (38,8)
promjene raspoloženja	81 (32,4)
poteškoće s težinom	76 (30,4)

Dobro znanje ispitanice su pokazale kada je trebalo odabrati točne tvrdnje o policističnim jajnicima. Najviše ih se složilo oko tvrdnje da policistični jajnici mogu dovesti do problema sa plodnošću i začećem, dok se u Pakistanskoj

studiji samo 1,90% ispitanica slaže sa ovom tvrdnjom (Rizvi, 2023). Isto tako puno ih se složilo sa tvrdnjom kako policistični jajnici mogu povećati rizik za dijabetes, ali u pakistanskoj studiji ispitanice nisu istog mišljenja, samo 1,9% ispitanica tu tvrdnju smatra točnom. U zadnjih dvadesetak godina dosta se često povezuju policistične jajnike i disbalans inzulina, odnosno žene koje imaju policistične jajnike imaju veći rizik za razvoj dijabetesa (Pavičić-Baldani, 2013). Više od polovice ispitanica se složila sa tvrdnjom kako policistične jajnike može uzrokovati horomonalna neravnoteža, sa tom tvrdnjom su se također složili ispitanici u pakistanskom radu (Rizvi, 2023).

3.4.1. Analiza znanja i stavova prema tipu obrazovanja

Promatrajući rezultate koji nam prikazuju znanje i stavove ispitanica možemo vidjeti da iako su medicinski obrazovane ispitanice u vrlom malom broju sudjelovale u anketi (14,80%), ali ipak imaju nešto bolje rezultate i znanje u odnosu na ispitanice koje nisu medicinski obrazovane, kojih je bilo u većini (85,20%). Gledajući ukupne rezultate ispitanice su relativno točno odgovorile iako je dosta njih nesigurno glede svakog pitanja.

Tabela 7. Usporedba znanja i stavova prema tipu obrazovanja

ZNANJE I STAVOVI O POLICISTIČNIM JAJNICIMA		**Medicinsko obrazovani ispitanici N (%)**	**Nemedicinsko obrazovani ispitanici N(%)**
Smatrate li da osobe koje imaju prekomjernu težinu imaju veću vjerojatnost za nastanak policističnih jajnika?	Da	18 (49,00)	72 (34,00)
	Ne	10 (27,00)	49 (23,00)
	Nisam sigurna	9 (24,00)	92 (43,00)
Smatrate li da je korištenje kontracepcijskih sredstava može povećati vjerojatnost nastanka policističnih jajnika?	Da	6 (16,00)	35 (17,00)
	Ne	19 (51,00)	86 (40,00)
	Nisam sigurna	12 (33,00)	92 (43,00)
Smatrate li da osobe koje nemaju redoviti menstrualni ciklus imaju veću vjerojatnost za nastanak policističnih	Da	24 (65,00)	115 (54,00)
	Ne	5 (13,00)	33 (15,00)
	Nisam sigurna	8 (22,00)	65 (31,00)

jajnika?			
Smatrate li da ako vam u obitelji netko boluje od policističnih jajnika da je veća vjerojatnost da ćete i vi tijekom života imati policistične jajnike?	Da	29 (78,00)	114 (53,00)
	Ne	2 (6,00)	42 (20,00)
	Nisam sigurna	6 (16,00)	57 (27,00)
Smatrate li da osobe koje imaju pojačanu dlakavost (hirzutizam) imaju veću vjerojatnost za nastanak policističnih jajnika?	Da	18 (49,00)	93 (44,00)
	Ne	6 (16,00)	49 (23,00)
	Nisam sigurna	13 (35,00)	71 (33,00)
Smatrate li da osobe koje imaju mjesečna primanja ispod prosjeka imaju veću vjerojatnost za razvoj policističnih jajnika?	Da	2 (5,00)	5 (2,00)
	Ne	31 (84,00)	178 (84,00)
	Nisam sigurna	4 (11,00)	30 (14,00)

Tabela 8. Usporedba znanja u odnosu na tip obrazovanja ispitanica

PITANJA O POLICISTIČNIM JAJNICIMA	**Medicinsko obrazovani ispitanici N(%)**	**Medicinsko neobrazovani ispitanici N(%)**
Što smatrate od ponuđenog da su klinička obilježja policističnih jajnika?		
neredoviti menstrualni ciklusi	12 (16,00)	111 (19,00)
ciste na jajnicima	10 (13,00)	107 (18,00)
smanjena plodnost ili neplodnost	9 (12,00)	103 (17,00)
hormonska neravnoteža (višak muških hormona / androgena u organizmu)	6 (8,00)	92 (15,00)
povećana sklonost debljanju	7 (9,00)	60 (10,00)
sve od navedenog	24 (32,00)	69 (11,00)
poremećaj raspoloženja (depresija, anksioznost)	5 (7,00)	40 (7,00)
povećan rizika od metaboličkih komplikacija (dijabetes tip 2, gestacijski dijabetes, kardiovaskularne bolesti)	2 (3,00)	17 (3,00)

Koje od sljedećih tvrdnji o sindromu policističnih jajnika smatrate točnima?		
policistični jajnici mogu dovesti do problema sa plodnošću i začećem	22 (25,00)	164 (34,00)
policistične jajnike može uzrokovati hormonalna ne ravnoteža	22 (25,00)	142 (29,00)
povećana dlakavost tijela čest je simptom policističnih jajnika	17 (19,00)	98 (20,00)
policistični jajnici mogu povećati rizik za nastanak dijabetesa	11 (13,00)	37 (8,00)
sve od navedenog je točno	14 (16,00)	38 (8,00)
policistične jajnike uvijek uzrokuje pretilost	2 (2,00)	5 (1,00)
Kako biste opisali uzroke sindroma policističnih jajnika:		
hormonska neravnoteža	6 (16,00)	134 (63,00)
sve od navedenog	25 (68,00)	62 (29,00)
nasljedni faktor	3 (8,00)	13 (6,00)
utjecaj okoliša	3 (8,00)	4 (2,00)
Koji su mogući načini liječenja sindroma policističnih jajnika?		
hormonska terapija	20 (38,00)	137 (35,00)
lijekovi za regulaciju menstrualnog ciklusa	15 (29,00)	95 (24,00)
kontrola težine i prehrana	13 (25,00)	80 (21,00)
sve navedeno	20 (38,00)	54 (14,00)
kirurški zahvat	4 (8,00)	23 (6,00)
Kako sindrom policističnih jajnika može utjecati na kvalitetu života žena koje ga imaju?		
sve od navedenog	31 (64,00)	113 (33,00)
problemi s neplodnošću	6 (12,00)	90 (26,00)
problemi s kožom i aknama	5 (10,00)	59 (17,00)
promjene raspoloženja	3 (6,00)	15 (13,00)
poteškoće s težinom	4 (8,00)	39 (11,00)

Slično istraživanje provedeno je na Sveučilištu Sjever u Varaždinu u sklopu diplomskog rada studentice Valentine Kukec na temu „Znanje i stavovi medicinskih sestara/tehničara o sindromu policističnih jajnika (PCOS)“ 2022. godine. U navedenom radu dokazano je kako medicinske sestre/tehničari imaju dobro znanje o sindromu policističnih jajnika (Kukec, 2022). Također u istraživanju koje je provedeno u Pakistanu 2020. godine Anjum i suradnici navode je kako ispitanici koji su studirali na medicinskom fakultetu imaju nešto bolji rezultat, 12, što je činilo 60% točnih odgovora, a rezultat 9 je bio za sudionike koji dolaze s nemedicinskog fakulteta, što je niže od 50%. U tom kontekstu, ova studija izvještava da je gotovo tri četvrtine sudionika s medicinskog fakulteta bilo svjesno bolesti. Isto tako znanje se povećava ako studenti u obitelji imaju ili su imali policistične jajnike (Rizvi, 2023).

3.5 Podizanje svijesti i edukacija o sindromu policističnih jajnika

Što se tiče važnosti podizanja svijesti o sindromu policističnih jajnika, 80% ispitanica smatra kako je vrlo važno podizati svijest o toj temi, 18% smatra kako je važno, dok se 2% ispitanica odabralo da nit nije važno nit je. U radu autora Alotaibi i Shaman na temu povećanje svijesti o sindromu policističnih jajnika korištenjem privatne društvene mreže dokazano je kako je razina svijesti o sindromu policističnih jajnika za one s intervencijom mobilne aplikacije puno bolja u usporedbi s onima koji nisu primili nikakvu intervenciju (Alotaibi, Shaman, 2020). Podizanje svijesti o sindromu policističnih jajnika vrlo je važno. Što bi bila veća svijest ispitanica imale bi veće znanje o samom sindromu i pravovremeno bi započele liječenje.

Dobiveni podatci u istraživanju govore kako je samo 51% ispitanica zainteresirana za sudjelovanje u edukacijskom programu vezanom za policistične jajnike, dok ih je 15% navelo kako ne bi bilo zainteresirano, a ostalih 34% nisu bile sigurne. Navedeno ukazuje na prisutnost srama odnosno žene još uvijek smatraju da je to tabu tema. No da bi se to poboljšalo treba žene informirati putem raznih letaka, plakata, razgovorom u obrazovnim i zdravstvenim ustanovama gdje bi se one upoznale sa samom temom te samim time pokazale veću zainteresiranost za dodatnom edukacijom. Isto tako edukaciju je poželjno započeti u što ranijoj dobi negdje već u osnovnoj školi kako bi se što prije krenula vodit briga o intimnom zdravlju te kako bi se podigla razina svijesti što bi imalo pozitivan rezultat u ranim dijagnozama i većoj stopi izlječivosti.

4. ZAKLJUČAK

Sindrom policističnih jajnika danas je vrlo česta dijagnoza sa kojom se susreće veliki broj žena u svijetu, a započinje već u adolescenciji pa sve do menopauze. Možemo vidjeti da predstavlja veliki javno zdravstveni problem zbog svojih simptoma i mogućih ozbiljnih komplikacija, te dugotrajnih posljedica. Cilj ovog istraživačkog rada bio je ispitati znanje i stavove ispitanica o sindromu policističnih jajnika i kliničkoj manifestaciji. Na temelju dobivenih rezultata uočljiva je razlika u znanju s obzirom na tip obrazovanja. Osobe koje su medicinske struke imaju bolje znanje o policističnim jajnicima u odnosu na osobe nemedicinske struke. Većina ispitanica se interesirala o sindromu policističnih jajnika, u najvećem djelu putem interneta. Samostalno informiranje putem interneta može biti korisno, ali ne može zamijeniti savjete i preglede stručnjaka.

Ispitanice su dovoljno informirane o nekim osnovnim stvarima vezanim za policistične jajnike, ali educiranost bi trebala biti bolja što bi rezultiralo prijevremenim uočavanjem simptoma policističnih jajnika odnosno ranije postavljenom dijagnozom te posljedično time većom stopom kvalitete života pacijentica sa policističnim jajnicima. Iako su ispitanice u ovom radu pokazale da su svjesne kako je važno podizati svijest o sindromu policističnih jajnika, koji predstavlja veliki zdravstveni problem koji utječe na fizičko i psihičko zdravlje žena, u zavidno su niskom postotku zainteresirane za dodatnom edukacijom. Isto tako važnost intimnog zdravlja i redovitih ginekoloških pregleda ne može se dovoljno naglasiti. Rano prepoznavanje rezultira većom stopom izlječenja te posljedično time manjom stopom neplodnosti.

LITERATURA

1. Allahbadia G.N, Merchant R, Polycystic ovary syndrome and impact on helth. Middle east fertility society journal, 16, 2011, 19-37 [pristupljeno 29.05.2024.] Dostupno na: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S111056901000141X

2. Alotaibi M., Shaman Ali A. Enhancing polycystic ovarian syndrome awareness using private social network. 2020;6:33. [pristupljeno 16.08.2024.] Dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7656104/

3. Anjum S. Askari S. Riaz M. Basit A., Clinical Presentation and Freqency of Metabolic Syndrome in Woman With Polycystic Ovary Syndrome: An

Experience From a Tertiary Care Hospital in Pakistan. 2020. [pristupljeno 01.08.2024.] Dostupno na: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33409094/

4. Eljuga Lj, Eljuga D, Odabrane teme iz ginekologije i porodništva. Medicinska naklada, Zagreb, 2019, 18-20.

5. Farena A., Uloga primalje u liječenju bračne neplodnosti. Sveučilište u Splitu. Završni rad. 2016. [pristupljeno 1.08.2024] Dostupno na: file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/zavrsni-rad-konacan-printanje.pdf

6. Kukec V, Znanje i stavovi medicinskih sestara/tehničara o sindromu policističnih jajnika (PCOS). [Diplomski rad] Sveučilište Sjever, 2022. [pristupljeno 29.05.2024] Dostupno na: file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/znanja i stavovi medicinskih sestara kukec%20(3).pdf

7. Marton U, Policistični jajnici izvan svijeta ginekologije. Hrvatski liječnički zbor, 2024. [pristupljeno 29.05.2024.] Dostupno na: https://www.hlz.hr/odrzano-predavanje-o-poremecaju-policisticnih-jajnika-u-podruznici-zagreb-hrvatskog-lijecnickog-zbora/

8. Orešković S, Duić Ž, Juras J i suradnici, Willoamsova ginekologija. Medicinska naklada, Zagreb, 2021; 3, 386-400, 809.

9. Pavičić-Baldani D, Sindrom policstičnih jajnika. [Pregleni članak] Medix: Specijalizirani medicinski dvomjesečnik19. 104/105, 2013:124-130. [pristupljeno 23.05.2024.] Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/file/157047

10. Pentz I, Sindrom policističnih jajnika. Klinička bolnica Sestre milosrdnice. [Pregledni rad] 2010. [pristupljeno 22.05.2024] Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/59999

11. Pulić K, Klobučar-Marijanović S, Endokrinološki aspekti sindroma policističnih jajnika. Liječnički vjesnik, 2017; 139: 298-305 [pristupljeno 29.05.2024.] Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/file/285226

12. Rizvi M, Islam M.A, Tariqi Aftab M, Abbas Naqvi A. i sur. Knowledge, attitude and perceptions about polycystic ovarian syndrome and its determinants among Pakistain undergraduate students. 2023. [pristupljeno 13.06.2024.] Dostupno na: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37228116/

13. Sadeghi HM, Adeli I, Calina D i suradnici. Polycystic Ovary Syndrome: A comprehensive review of pathogemesis, management and drug repurposing.

International journal of molecular sciences 23, 2022. [pristupljeno 24.05.2024.] Dostupno na: https://www.mdpi.com/1422-0067/23/2/583

14. Saddiqui S, Mateen S, Ahmad R, Moni S. A breif insiht into etiology, genetics and immunology of polycystic ovarian syndrome (PCOS). J Assist Repord Genet, 2022. [Pristupljeno23.05.2024.]

15. Sidra S, Tariq MH, Farrukh MJ, Mohsin M. Evaluation of clinical manifestations, health risks, and quality of life among women with polycystic ovary syndrome. 2019;14. [pristupljeno 12.08.2024.] Dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6788722/

ANKETNO ISTRAŽIVANJE O JEDNAKOSTI U SVIM SEGMENTIMA DRUŠTVA U HRVATSKOJ

SURVEY ON EQUALITY IN ALL SEGMENTS OF SOCIETY IN CROATIA

Stručni rad/ Professional paper

Tea Malkoč, studentica*

v. pred Rudolf Kiralj*

Sažetak

Jednakost u svim segmentima društva ključna je za razvoj pravednog, stabilnog i demokratskog sustava. Iako zakonodavni okvir mnogih država jamči formalnu ravnopravnost, svakodnevna praksa često pokazuje da razlike i nejednakosti i dalje postoje, osobito u obrazovanju, zapošljavanju, zdravstvu i političkoj participaciji. Rad analizira percepciju građana Republike Hrvatske o društvenoj jednakosti i prisutnosti diskriminacije u različitim društvenim područjima. Istraživanje je provedeno putem anonimne online ankete na uzorku od 102 ispitanika, od kojih su 73,2 % bile žene. Većina sudionika bila je srednje životne dobi, zaposlenih i srednjeg socioekonomskog statusa. Rezultati pokazuju da 48,5 % ispitanika smatra kako zakoni koji reguliraju jednakost postoje, ali se nedovoljno provode u praksi. Nadalje, 41,2 % sudionika vjeruje da obrazovni sustav i dalje favorizira privilegirane skupine. Premda više od polovice ispitanika rijetko razgovara o pitanjima ravnopravnosti, većina izražava spremnost podržati osobe koje doživljavaju diskriminaciju. Uočena je pozitivna korelacija između višeg stupnja obrazovanja i veće osjetljivosti na društvene nejednakosti te spremnosti za djelovanje. Ovi nalazi ukazuju na potrebu jačanja provedbe zakona, sustavne edukacije građana i promicanja inkluzivnih vrijednosti u obrazovanju, medijima i javnim politikama.

Ključne riječi: jednakost, diskriminacija, društvena ravnopravnost, obrazovanje, percepcija građana

Abstract

Equality across all segments of society is essential for the development of a just, stable, and democratic system. Although the legal framework of many countries guarantees formal equality, everyday practice often reveals that disparities and

* Veleučilište u Bjelovaru, email: tmalkoc@vub.hr

* Veleučilište u Bjelovaru, email: rkiralj@vub.hr

inequalities persist—particularly in education, employment, healthcare, and political participation. This paper analyzes the perception of citizens in the Republic of Croatia regarding social equality and the presence of discrimination in various societal areas. The research was conducted through an anonymous online survey with a sample of 102 respondents, 73.2% of whom were women. Most participants were middle-aged, employed, and of middle socioeconomic status. The results show that 48.5% of respondents believe that laws regulating equality do exist, but are insufficiently implemented in practice. Furthermore, 41.2% of participants believe that the education system continues to favor privileged groups. Although more than half of the respondents rarely engage in discussions on equality, the majority express a willingness to support individuals experiencing discrimination. A positive correlation was observed between a higher level of education and greater sensitivity to social inequality, as well as an increased willingness to take action. These findings highlight the need to strengthen law enforcement, systematically educate citizens, and promote inclusive values through education, media, and public policy.

Keywords: equality, discrimination, social justice, education, citizen perception

1. UVOD

Jednakost je jedan od temeljnih principa svakog demokratskog i pravednog društva. Ona podrazumijeva ista prava, mogućnosti i pristup resursima za sve članove zajednice, bez obzira na osobne karakteristike poput spola, rase, nacionalnosti, vjere, seksualne orijentacije ili socijalnog statusa (Agencija Europske unije za temeljna prava, 2022.). Važno je razlikovati formalnu jednakost, zajamčenu zakonima, i stvarnu jednakost koja se ostvaruje u svakodnevnom životu kroz prakse, politike i društvene odnose. U modernim društvima sve se više naglašava važnost uključenosti, ravnopravnosti i aktivnog sudjelovanja svih članova zajednice u društvenim procesima. Iako zakonodavni okviri u mnogim državama promiču jednakost, u praksi brojne skupine još uvijek doživljavaju diskriminaciju i marginalizaciju (Hrvatski pravni centar & Udruga gradova u RH, 2019.). Promicanje jednakosti nije samo moralna obaveza, već i ključ za stabilnija, uspješnija i otpornija društva (Piketty, 2022.).

1.1 Povijesni razvoj ideje jednakosti: od antičkih praksi do modernog poimanja

U antičkoj Grčkoj i Rimu, iako su se razvijali pojmovi građanstva i političkih prava, jednakost je bila strogo ograničena. Robovi, žene, stranci i djeca s teškoćama često su bili isključeni iz društvenih procesa. Poznata je praksa izlaganja neželjene novorođenčadi, osobito djevojčica i djece s deformacijama, koje su roditelji izlagali u divljini ili žrtvovali bogovima jer se smatralo da su teret za obitelj ili društvo (Boswell, 1984). Početkom srednjeg vijeka, s dolaskom i širenjem kršćanstva, počinju se mijenjati stavovi prema vrijednosti svakog ljudskog života. Kršćanstvo je naglašavalo jednakost svih ljudi pred Bogom, neovisno o rodu, dobi, rasi ili društvenom statusu. Učenjem o svetosti ljudskog života, Crkva je osudila i zabranila praksu infanticida, koja je ranije bila društveno prihvaćena (Bremmer, 2007). U 18. stoljeću, Francuska revolucija donosi nova razmatranja jednakosti i ljudskih prava. Revolucionarne ideje proklamirale su slobodu, jednakost i bratstvo kao temeljne vrijednosti. Međutim, razdoblje revolucijskog terora koje je uslijedilo pokazuje suprotnosti tih ideala u praksi. U okviru politike dekršćanizacije, zabranjivano je bogoslužje, svećenici su hvatani, prisiljavani na ženidbu i odricanje od vjernosti Papi. Mnogi su bili progonjeni ili pogubljeni jer su predstavljali simbol "starog režima" (Kennedy, 1989). Među žrtvama tog razdoblja bio je i Antoine Lavoisier, otac moderne kemijske nomenklature i znanstvenik koji je, unatoč radu za revolucionarnu vlast, pogubljen zbog svojih veza s Crkvom i aristokracijom (Donovan, 2025). Koncept jednakosti razvijao se kroz stoljeća, prolazeći kroz brojne transformacije i izazove.

1.2 Jednakosti u praksi - analiza sektora

Jednakost se reflektira kroz različite sektore društva. U obrazovanju djeca iz siromašnijih obitelji i ruralnih sredina često nemaju jednak pristup kvalitetnom obrazovanju kao njihovi vršnjaci iz urbanih područja (Vuković, 2023.). Djeca s posebnim potrebama suočena su s dodatnim izazovima zbog nedostatka resursa i prilagodbi unutar školskog sustava. Na tržištu rada, unatoč zakonima koji jamče ravnopravnost, žene, manjine i osobe s invaliditetom i dalje nailaze na prepreke pri zapošljavanju, napredovanju i ostvarivanju jednakih radnih prava (Agencija europske unije za temeljna prava, 2022). Pravna jednakost također nije uvijek zajamčena u praksi, jer pripadnici marginaliziranih skupina često imaju otežan pristup pravosuđu i nejednako postupanje u sudskim procesima (Vuković, 2023). U sektoru zdravstva nejednak pristup uslugama vidljiv je među različitim socioekonomskim skupinama, dok diskriminacija u

zdravstvenim ustanovama dodatno pogoršava situaciju ranjivih skupina. Mediji, kao snažan oblik društvenog utjecaja, često oblikuju percepciju manjina kroz stereotipe, čime pridonose njihovoj marginalizaciji (Agencija Europske unije za temeljna prava, 2022).

1.3 Izazovi i prepreke

Glavni izazovi u ostvarivanju stvarne jednakosti su sveprisutna diskriminacija, duboko ukorijenjene predrasude i neujednačena primjena zakona (Matulić, 2009.) Diskriminacija može biti otvorena ili suptilna, a često je povezana sa stereotipima o ulozi spolova, etničkoj pripadnosti ili socioekonomskom statusu. Djeca iz siromašnih obitelji suočavaju se s otežanim pristupom obrazovanju i posljedično smanjenim životnim šansama. Iako mnoge zemlje posjeduju zakonodavne mehanizme za borbu protiv diskriminacije, provedba tih zakona često je nedosljedna zbog nedostatka političke volje, resursa ili zbog utjecaja političkih i ekonomskih interesa (Hrvatski pravni centar & Udruga gradova u RH, 2019.). Nejasna podjela odgovornosti među različitim razinama vlasti dodatno komplicira učinkovitu provedbu politika jednakosti. Da bi se postigla stvarna društvena jednakost, potrebno je sustavno i sveobuhvatno djelovanje kroz zakonodavne reforme, obrazovanje, društvenu osviještenost i jačanje institucionalnih kapaciteta (Agencija Europske unije za temeljna prava, 2022.).

2. CILJ RADA

Cilj rada je istražiti kako se načelo jednakosti ostvaruje u različitim društvenim sferama – obrazovanju, zapošljavanju, zdravstvu, pravosuđu i političkom sudjelovanju – te u kojoj mjeri su te sfere pravedno dostupne svim građanima, neovisno o spolu, rasi, nacionalnosti, socijalnom statusu ili seksualnoj orijentaciji. U tu svrhu provedena je anketa među građanima Hrvatske u travnju 2025. godine.

3. METODE I ISPITANICI

Istraživanje je provedeno online putem platforme Google Forms, a anketni upitnik distribuiran je putem društvenih mreža. Ukupno je sudjelovalo 102 ispitanika iz opće populacije. Upitnik je sadržavao 32 pitanja, uključujući sociodemografske podatke, opću percepciju, stavove i razinu zadovoljstva. Rezultati su analizirani deskriptivnom statistikom i prikazani tablično i tekstualno radi jasnijeg uvida u ključne obrasce odgovora.

4. REZULTATI ANKETE

4.1 Sociodemografski podaci ispitanika

U istraživanju je sudjelovalo 102 ispitanika. Prema spolu, većinu su činile žene (73,2 %), dok je muškaraca bilo 26,8 %. Većina sudionika živjela je u gradovima (44,1 %) i selima (40,2 %), dok ih je 15,7 % iz prigradskih naselja. Dobna struktura pokazuje da su najzastupljeniji bili ispitanici u dobi od 26 do 39 godina (38,2 %), zatim oni od 18 do 25 godina (35,3 %), 40 do 59 godina (24,5 %) i najmanje onih starijih od 60 godina (2 %). Što se tiče obrazovanja, više od polovice ispitanika imalo je završenu srednju školu (51 %), 39,2 % završilo je prijediplomski studij, 7,8 % postdiplomski studij, dok je 2 % imalo samo osnovnu školu. Nitko nije naveo doktorat kao najvišu razinu obrazovanja. Zaposlenih je bilo 70,6 %, dok je 20,6 % nezaposleno, a 8,8 % spada u druge kategorije (studenti, umirovljenici i sl.). Polovica ispitanika bila je neoženjena ili neudata (50 %), 34,3 % su oženjeni ili udani, dok je manji postotak bio razveden (2,9 %), udovac/udovica (2 %) ili pod „ostalo“ (10,8 %). Djecu ima 37,3 % ispitanika, dok ih 62,7 % nema. Većina je procijenila svoj socioekonomski status kao srednji (60,8 %), 22,5 % visoki, 6,9 % niski, a 9,8 % nije željelo odgovoriti ili nije bilo sigurno.

4.2 Pitanja o općem znanju i percepciji

1) Kako biste definirali jednakost u društvu?
Najviše ispitanika (42,2%) smatra da jednakost znači jednaka prava i mogućnosti za sve, bez obzira na spol, rasu, vjeru ili porijeklo. Značajan dio (28,4%) smatra da ne postoji potpuna jednakost jer neki nemaju jednake šanse za uspjeh, dok 14,7% smatra da zakoni ne vrijede jednako za sve.

2) Koji je utjecaj obrazovnog sustava na promicanje jednakosti?
Najviše ispitanika (32,7%) smatra da obrazovni sustav još uvijek favorizira one iz povoljnijeg okruženja. Slijedi mišljenje da utjecaj ovisi o politici države (26,7%), dok 13,9% smatra da sustav reproducira postojeće nejednakosti.

3) Koliko su učinkoviti radni zakoni u promicanju jednakosti?
Većina ispitanika (48,5%) smatra da zakoni postoje, ali je provedba često slaba. Daljnjih 37,6% kaže da zakoni djelomično pomažu, ali diskriminacija postoji, dok samo 5% smatra zakone vrlo učinkovitima.

4) Koji je utjecaj obrazovanja na percepciju rodnih uloga?
Trećina ispitanika (33,7%) nije sigurna u odgovor. Ipak, 23,8% smatra da se

kroz obrazovanje prenose tradicionalne norme, a 19,8% ističe da programi zanemaruju teme ravnopravnosti.

5) Koji su faktori koji doprinose društvenoj nejednakosti?
Najviše odgovora (28,4%) odnosi se na diskriminaciju prema spolu, rasi ili statusu. Slijede ograničeni radni uvjeti (22,5%) te nepravedna raspodjela resursa (20,6%).

6) Kako se jednakost uključuje u obrazovne programe?
Većina (40,2%) smatra da se jednakost promiče kroz ravnopravan tretman učenika. No, 28,4% nije sigurno, dok 15,7% misli da programi nisu dovoljno fokusirani na jednakost.

7) Koje su po Vama najvažnije ovlasti u kojima treba promovirati jednakost? Najviše ispitanika (45,1%) istaknulo je obrazovanje kao ključno područje. Slijede mediji (20,6%) i politika (19,6%).

8) Koje grupe se najčešće suočavaju s diskriminacijom?
Najviše ispitanika (38,6%) navelo je rome, odmah zatim osobe s invaliditetom (37,6%), dok se žene i starije osobe spominju rjeđe.

9) Koje mjere država treba provesti da bi se postigla jednakost?
Više od polovice (53%) ispitanika smatra da je potrebno provoditi sve navedene mjere – edukaciju građana, podršku ranjivima i zakonske izmjene. Samo 1% smatra da nije potrebno ništa poduzimati.

10) Glavni razlog zbog kojeg ljudi ne prijavljuju diskriminaciju?
Najčešći odgovor (37,6%) je nevjerica da će se nešto promijeniti. Slijede strah od posljedica (23,8%) i nedostatak podrške (21,8%).

4.3 Pitanja o stavovima/ vlastitom mišljenju i zadovoljstvu

1) Kako se u Vašem mišljenju evoluiraju uloge u društvu?
Najviše ispitanika (34,3%) smatra da nove tehnologije i globalizacija oblikuju nove društvene uloge. Slijedi stav da se uloge mijenjaju sporo i uz otpor (24,5%). Manji broj ispitanika vjeruje da se uloge prilagođavaju individualnim željama (17,6%) ili da društvo postaje otvorenije prema raznolikim identitetima (12,7%).

2) Kako percipirate tradicijske rodne uloge danas?
Najviše odgovora (33,7%) ukazuje da mladi sve manje slijede tradicionalne uloge. Slijedi stav da je društvo podijeljeno između tradicije i modernih pogleda

(22,8%) i da ih treba preispitati i prilagoditi suvremenim vrijednostima (23,8%).

3) Smatrate li da medijski stereotipi utječu na rodne uloge?
Velika većina (41,2%) smatra da publika mora biti kritična prema sadržajima, dok 39,2% navodi da stereotipi i dalje postoje, unatoč napretku. Čak 15,7% potvrđuje da mediji snažno oblikuju percepciju rodnih uloga.

4) Smatrate li da svi imaju jednak pristup obrazovanju i zdravstvu?
Više od polovice (53,9%) smatra da teoretski da, ali u praksi postoje jasne nejednakosti. Slijedi stav da postoje velike razlike ovisno o regiji i društvenoj skupini (23,5%), dok 17,6% smatra da u njihovoj zajednici postoji jednak pristup.

5) Koliko ste zadovoljni stupnjem jednakosti u Vašem okruženju?
Najviše ispitanika (46,1%) je zadovoljno, dok 28,4% ističe da su veoma zadovoljni. S druge strane, 17,6% je nezadovoljno, a 7,8% nije sigurno.

6) Koliko često razgovarate s drugima o pitanjima ravnopravnosti?
Najveći broj ispitanika (53,9%) rijetko razgovara o toj temi, dok 26,5% to čini vrlo često. Samo 8,8% izjavilo je da nikada ne razgovara o ravnopravnosti.

7) Koliko ste zadovoljni dostupnošću informacija o pravima i ravnopravnosti?
Najviše odgovora (39,2%) dolazi od onih koji su zadovoljni, dok 31,4% smatra da su veoma zadovoljni. S druge strane, 22,5% je nezadovoljno, a 6,9% nije sigurno.

8) Da li u vašem radnom okruženju postoji jednak tretman svih zaposlenih?
Najviše ispitanika (35,3%) smatra da jednak tretman postoji u većini slučajeva, dok 34,3% navodi da ne rade. Samo 17,6% potvrđuje da postoji potpuna jednakost, dok 12,7% smatra da jednakost ne postoji.

9) Koliko ste spremni da podržite osobu nad kojom se vrši nejednakost?
Većina ispitanika (56,4%) izjavila je da bi u potpunosti podržala osobu nad kojom se vrši nejednakost. Djelomičnu podršku iskazalo je 26,7% sudionika. 8,9% priznaje da ne bi reagirali iz straha da bi i sami mogli snositi posljedice. Preostalih 7,9% nije sigurno kako bi postupili u takvoj situaciji.

10) Kako društveni utjecaji (prije svega obitelj i prijatelji) utječu na vaše stavove prema jednakosti?
Najviše ispitanika (40,6%) izjavilo je da niti se slažu niti ne slažu s tvrdnjom da društveni utjecaji oblikuju njihove stavove prema jednakosti.

21,8% se slaže, a 20,8% ne slaže s tom tvrdnjom. 9,9% u potpunosti se ne slaže, dok se 6,9% u potpunosti slaže.

11) Kako promicanje jednakosti utječe na Vaš osobni razvoj? Najviše sudionika (44,1%) zauzelo je neutralan stav – niti se slažu niti ne slažu. 33,3% se slaže da promicanje jednakosti pozitivno utječe na njihov osobni razvoj, dok se 9,8% ne slaže, a 7,8% u potpunosti se ne slaže. Samo 4,9% u potpunosti se slaže s tom tvrdnjom.

12) Zakonodavni okvir u mojoj zemlji dovoljno štiti prava svih građana jednako. Većina ispitanika (49%) niti se slaže niti ne slaže s ovom tvrdnjom. 18,6% se ne slaže, a 19,6% u potpunosti se ne slaže, što ukazuje na visoku razinu nepovjerenja. S druge strane, samo 8,8% se slaže i 3,9% u potpunosti se slaže.

13) Mediji bi trebali imati veću ulogu u promicanju društvene jednakosti. Većina ispitanika podržava ovu tvrdnju – 35,3% u potpunosti se slaže, dok se 24,5% slaže.
29,4% zauzima neutralan stav, izjavivši da niti se slažu niti ne slažu. Manji dio ne dijeli to mišljenje – 5,9% se ne slaže, a 4,9% u potpunosti se ne slaže.

14) Vaš prijedlog za poboljšanje jednakosti u svim segmentima društva (nije obavezno)

Tablica 1. "Vaš prijedlog za poboljšanje jednakosti u svim segmentima društva (nije obavezno)"

Redni broj	Odgovor
1	Potrebno je svakoga gledati prvenstveno kao čovjeka, a ne po izgledu, boji kože, naglasku i sličnim sitnicama.
2	Smatram da je promicanje jednakosti korak kojim se treba baviti od najranije dobi svakog djeteta, ali je nemoguć bez senzibilizacije odraslih koji rade, žive ili dolaze u bilo kakav kontakt s tom djecom.
3	Provoditi teoriju i u praksi, biti dosljedan ispravnim načelima i disciplini za sve jednako, cijeniti druga mišljenja i uvoditi promjene za opće dobro.

4	Društvo bi se trebalo više informirati o nekim pravima i situacijama koja utječu na diskriminaciju.
5	Nema poboljšanja u niti jednom segmentu, što god ti treba u bilo kojem segmentu, teško je obratiti se sam jer sve ide preko veza, rijetki su koji provode zakone i vode se njima, "mali čovjek" strpljivo čeka, a velikom je sve dano već po rođenju... dakle nemam prijedlog. Pohvala za temu! Lp!
6	Uvesti autoritet koji dolazi od Isusa Krista i preuzeti i zauzeti Njegov autoritet, a ne micati Njega iz obrazovnih i drugih ustanova.
7	Borba protiv diskriminacije i govora mržnje kroz učinkovite zakone i edukaciju koja promiče toleranciju. Također, važno je ojačati sustav socijalne zaštite i smanjiti siromaštvo putem povećanja minimalnih primanja i podrške najugroženijima.
8	Rasprava o tome u Hrvatskom saboru, kao i mijenjanje zastarjelih zakona (od kojih su neki još iz Jugoslavije).
9	Edukacije prije dnevnika svaki dan u 11:30.

5. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Rezultati provedenog istraživanja pružaju vrijedan uvid u percepciju i stavove građana Republike Hrvatske o pitanjima društvene jednakosti. Sociodemografski podaci pokazuju da je uzorak bio raznolik po spolu, dobi i obrazovanju, što istraživanju daje određenu širinu, iako prevladava ženski spol (73,2%) te osobe srednje životne dobi i obrazovanja. Većina ispitanika prepoznaje da jednakost znači jednaka prava i mogućnosti za sve, no istovremeno izražava skepticizam prema stvarnoj provedbi jednakosti u društvu, posebno u području obrazovanja i radnog zakonodavstva. Podaci o percepciji obrazovnog sustava ukazuju da značajan broj sudionika smatra kako sustav i dalje favorizira privilegirane skupine, što je u skladu s nalazima brojnih ranijih istraživanja o društvenoj reprodukciji kroz obrazovanje (Bourdieu, 1977; Vuković, 2023). Visok postotak sudionika koji smatraju da zakoni postoje, ali da je njihova provedba slaba (48,5%), upućuje na raskorak između formalne i stvarne zaštite prava. Ovo je u skladu s teorijama koje naglašavaju važnost ne samo zakonodavnog okvira, već i učinkovite institucionalne implementacije kao preduvjeta za društvenu pravdu (Fraser, 2009). Ispitanici

također prepoznaju važnost medija i obrazovanja kao ključnih područja za promicanje jednakosti. Većina izražava nezadovoljstvo trenutačnim stanjem dostupnosti informacija te stvarnom dostupnošću obrazovanja i zdravstva, što otvara pitanja veće transparentnosti, osnaživanja građana i jačanja institucionalne podrške. Zanimljivo je da više od polovice ispitanika rijetko razgovara o pitanjima ravnopravnosti, iako većina izražava spremnost za podršku osobama koje trpe diskriminaciju. Ovo ukazuje na pasivnu podršku koja traži jačanje aktivnog društvenog angažmana kroz obrazovne kampanje i participativne politike. Analiza prijedloga ispitanika za poboljšanje jednakosti otkriva polarizirane stavove: od radikalnih prijedloga do poziva na edukaciju, institucionalnu reformu i jačanje zakonodavnog okvira. Većina komentara ističe važnost dosljedne primjene zakona i potrebe za edukacijom od najranije dobi, što je u skladu s preporukama suvremene literature o suzbijanju diskriminacije (Agencija Europske unije za temeljna prava, 2022). Međutim, može se primijetiti kako dio ispitanika u svojim odgovorima poistovjećuje pojmove jednakosti i identičnosti, zanemarujući prirodnu različitost među ljudima. Različitost, kao urođena karakteristika društva, ne protivi se jednakosti – upravo suprotno, omogućuje njezinu punu realizaciju kroz jednaku vrijednost i uključivost svih pojedinaca. Takva konfuzija ukazuje na potrebu za boljim obrazovanjem i javnim dijalogom o temeljnim pojmovima društvene pravednosti. Ograničenja istraživanja uključuju relativno mali i samoselektirajući uzorak te online metodologiju koja isključuje osobe bez pristupa internetu. Rezultati upućuju na potrebu za snažnijom provedbom postojećih zakona, sustavnom edukacijom građana o pravima i jednakosti te reformom obrazovnih programa. Nadalje, potrebno je raditi na jačanju povjerenja u institucije i osnaživanju građana za prijavljivanje diskriminacije. Buduća istraživanja trebala bi biti usmjerena na longitudinalna praćenja stavova i dublje kvalitativne analize, posebno među različitim društvenim skupinama.

LITERATURA:

1. Agencija Europske unije za temeljna prava. (2022). *Jednakost u EU-u 20 godina nakon početka provedbe direktiva o jednakosti*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Dostupno na: https://op.europa.eu/hr/publication-detail/-/publication/5ad2dca4-7745-11ec-9136-01aa75ed71a1/language-hr (Pristupljeno: 15. travnja 2025.).

2. Boswell, J. (1984). *The Kindness of Strangers: The Abandonment of Children in Western Europe from Late Antiquity to the Renaissance*. New York: Pantheon Books.

3. Donovan, A.L. (2025). *Antoine Lavoisier - The French Revolution and Lavoisier's Execution*. Encyclopaedia Britannica. Dostupno na: https://www.britannica.com/biography/Antoine-Lavoisier/The-French-Revolution-and-Lavoisiers-execution (Pristupljeno: 30. travnja 2025.).

4. Google. (2025). *Jednakost u svim segmentima društva (anketa)*. Dostupno na: https://docs.google.com/forms/u/2/d/1g7PqF5wPvlfbgqu6g3oxIpUH1VM49wEtRE8J3iCVsT8/edit?ts=6800e1ed&pli=1#responses (Pristupljeno: 16. travnja 2025.).

5. Hrvatski pravni centar & Udruga gradova u RH. (2019). *Gradovi za jednakost: Priručnik za jedinice lokalne samouprave*. Dostupno na: https://www.udruga-gradova.hr/prirucnik-gradovi-za-jednakost-dostupan-za-preuzimanje/ (Pristupljeno: 16. travnja 2025.).

6. Kennedy, E. (1989). *A Cultural History of the French Revolution*. New Haven: Yale University Press.

7. Matulić, T. (2009). 'Jednakost i nediskriminacija: Vrijednosna polazišta u suzbijanju diskriminacije', *Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu*, 59(1), str. 7–31. Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/32725 (Pristupljeno: 16. travnja 2025.).

8. Piketty, T. (2022). *A Brief History of Equality*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.

9. Vuković, D. (2023). *Društvena stratifikacija u Republici Hrvatskoj i usporedba s europskim zemljama*. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli.

ZAŠTITA NISKONAPONSKE MREŽE I ZAŠTITA KOD GRAĐEVINSKIH PRIKLJUČAKA

LOW-VOLTAGE NETWORK PROTECTION AND PROTECTION AT BUILDING CONNECTIONS

Stručni rad/ Professional paper

Brigita Šarčević, studentica*

Pred. VŠ Ivana Ramljak*

Sažetak

Ovaj stručni rad analizira zaštitu niskonaponskih elektroenergetskih mreža i građevinskih priključaka, s posebnim naglaskom na njihovu ulogu u sustavu distribucije električne energije. Obrađuju se suvremene metode i uređaji zaštite, kao i aktualni izazovi i tehnološki trendovi. Posebna pozornost posvećena je mjerama zaštite u zahtjevnim uvjetima gradilišta, gdje je nužna visoka razina sigurnosti. Rad također donosi pregled naprednih materijala i inovacija u zaštitnim sustavima, uz prikaz relevantnih zakonskih normi i preporuka za osiguranje stabilne i sigurne opskrbe električnom energijom.

Ključne riječi*: niskonaponske mreže, elektrozaštita, gradilišta, distribucija električne energije*

Abstract

This professional paper provides an in-depth analysis of protection systems for low-voltage electrical networks and construction site connections, particularly emphasizing their role within the electric power distribution system. It explores contemporary protection methods and devices, along with emerging challenges and technological advancements. Special attention is given to protection measures under construction site conditions, where a high level of safety is required. Furthermore, the paper presents an overview of modern materials and innovations *in protective systems and a review of applicable legal standards and recommendations to ensure a stable and secure electricity supply.*

Keywords: *low-voltage networks, electrical protection, construction sites, electricity distribution*

* Visoka škola „Logos centar” u Mostaru, e-mail: brigitasarcevic2002@gmail.com

* Visoka škola „Logos centar” u Mostaru, e-mail: ivana.marincic1988@gmail.com

1. UVOD

U suvremenom elektroenergetskom sustavu, niskonaponske (NN) distribucijske mreže predstavljaju završni segment prijenosa električne energije, omogućujući opskrbu krajnjih korisnika – kućanstava, komercijalnih objekata i industrijskih postrojenja.

Niskonaponske mreže izložene su različitim vrstama tehničkih i okolišnih rizika, među kojima se ističu prenaponski udari, kratki spojevi i preopterećenja. Navedeni poremećaji mogu uzrokovati značajne tehničke kvarove, prekide u opskrbi te, u krajnjim slučajevima, ugroziti sigurnost korisnika i električnih instalacija. Stoga je nužno implementirati učinkovite sustave zaštite koji omogućuju pravovremeno otkrivanje i izolaciju kvarova, minimizirajući tako njihove posljedice.

Ovaj rad daje pregled temeljnih metoda zaštite niskonaponskih mreža, s posebnim naglaskom na izazove i rješenja vezana uz građevinske priključke. Također se razmatraju suvremene tehnologije koje doprinose povećanju učinkovitosti, sigurnosti i otpornosti distribucijskog sustava u uvjetima sve većih tehničkih zahtjeva i promjena u obrascima potrošnje.

2. OSNOVE NISKONAPONSKE MREŽE

Niskonaponska mreža (NN mreža) predstavlja ključnu infrastrukturu elektroenergetskog sustava koja omogućuje distribuciju električne energije krajnjim korisnicima, uključujući kućanstva, poslovne subjekte i manje industrijske objekte.

Formalna definicija NN mreže prema standardima (npr. IEC 60038) jest:

- Za izmjeničnu struju (AC): do 1000 V
- Za istosmjernu struju (DC): do 1500 V

Međutim, u distribuciji električne energije za potrošače (domaćinstva, male firme) standardno se koristi napon 230/400 V.

2.1 Struktura niskonaponske mreže

Struktura niskonaponske mreže obuhvaća nekoliko ključnih elemenata, čiji međusobni rad omogućuje učinkovitu i sigurnu distribuciju električne energije do krajnjih korisnika:

- Distribucijski transformatori:

  - Transformatori u NN mreži služe za smanjenje napona sa srednjenaponske mreže (obično u rasponu od 10–35 kV) na napone prikladne za korištenje u kućanstvima i manjim industrijskim postrojenjima, što je obično 230/400 V. Ovi transformatori omogućuju sigurno i učinkovito korištenje električne energije, smanjujući visoki napon na siguran nivo za krajnje korisnike. U nekim slučajevima, transformatori su opremljeni s dodatnim zaštitnim funkcijama kao što su termički i magnetni releji za sprječavanje preopterećenja i kratkih spojeva.

- Niskonaponski vodovi:

  - Podzemni kabelski sustavi: Ovi vodovi najčešće se koriste u urbanim sredinama i područjima gdje je potrebna dodatna zaštita od vanjskih faktora poput vremenskih nepogoda, vandalizma ili nesreća. Podzemna instalacija smanjuje izloženost mreže nepovoljnim uvjetima i poboljšava estetski izgled urbanih prostora.
  - Nadzemni vodovi: Nadzemni vodovi često se primjenjuju u ruralnim područjima zbog nižih početnih troškova instalacije. Međutim, oni su podložniji utjecajima vremenskih uvjeta (oluje, vjetrovi, snijeg), što može uzrokovati prekide u opskrbi električnom energijom. Osim toga, nadzemni vodovi mogu predstavljati sigurnosni rizik u slučaju nesreća.

- Razvodni ormari:

  - Razvodni ormari služe za upravljanje i distribuciju električne energije prema različitim korisnicima unutar niskonaponske mreže. Unutar razvodnih ormara nalaze se zaštitne sklopke, osigurači, releji i druge zaštitne komponente, čija je osnovna funkcija osigurati siguran rad mreže, spriječiti preopterećenja, kratke spojeve i druge vrste kvarova. Također omogućuju segmentaciju mreže, čime se lakše lokalizira problem u slučaju kvara i ubrzano obnavlja normalna opskrba električnom energijom.

- Krajnji potrošači:

  - Krajnji potrošači u NN mreži obuhvaćaju kućanstva, poslovne korisnike i manje industrijske objekte koji ovise o stabilnoj opskrbi električnom energijom za svoje svakodnevne potrebe. Potrošnja energije u NN mreži obuhvaća širok spektar korisničkih profila, od kućanskih uređaja, rasvjete, sustava grijanja i hlađenja, do industrijskih strojeva i komercijalnih uređaja koji zahtijevaju visok stupanj pouzdanosti [1-3].

2.2 **Funkcija niskonaponske mreže**

Glavna funkcija niskonaponske mreže je distribucija električne energije prema krajnjim korisnicima uz visoku pouzdanost i sigurnost. Osim osnovne funkcije opskrbe električnom energijom, NN mreža mora osigurati stabilnost osnovnih parametara energije, kao što su napon i frekvencija, koji utječu na ispravno funkcioniranje električnih uređaja i opreme korisnika. Ključne funkcije uključuju:

- Održavanje stabilnosti napona: U svrhu izbjegavanja oštećenja električnih uređaja, napon mora biti održavan unutar dopuštenih granica (obično 230 V ± 10 % za kućanstva). Promjene u naponu mogu uzrokovati kvarove na kućanskim aparatima, industrijskoj opremi ili računalnim sustavima.
- Održavanje stabilnosti frekvencije: U nekim slučajevima, frekvencija električne energije također mora biti stabilna (50 Hz u Europi), jer promjene u frekvenciji mogu izazvati kvarove u osjetljivim električnim uređajima ili uzrokovati nesigurnost u radu industrijskih strojeva.
- Zaštita od nepravilnosti u sustavu: Niskonaponske mreže uključuju sofisticirane sustave zaštite koji omogućuju brzo detektiranje kvarova, poput kratkih spojeva ili preopterećenja, te automatsko isključivanje problematičnih dijelova mreže kako bi se spriječilo širenje oštećenja i osigurala sigurnost korisnika.

2.3 Izazovi niskonaponske mreže

Niskonaponske mreže suočavaju se s brojnim izazovima koji mogu ugroziti njihovu učinkovitost, pouzdanost i sigurnost:

- Prenaponski udari:

- Prenaponski udari mogu nastati zbog vanjskih čimbenika poput udaraca munje ili internih faktora, kao što su prenaponi pri uključivanju velikih električnih uređaja ili opreme. Ovi udari mogu prouzročiti ozbiljna oštećenja na električnim instalacijama, uređajima i opremi krajnjih korisnika.
- Da bi se spriječile štete, često se implementiraju sustavi za prenaponsku zaštitu koji štite mrežu.

- Kratki spojevi:

  - Kratki spojevi nastaju kada dođe do direktnog kontakta između vodiča ili između vodiča i zemlje, što uzrokuje izuzetno velike struje. Ovaj problem može dovesti do teških oštećenja transformatora, razvodnih ormara, vodova i drugih komponenata mreže.
  - Zaštitni uređaji poput osigurača i sklopki ključni su za brzo prekidanje kruga u slučaju kratkog spoja, čime se sprječava širenje oštećenja i minimizira rizik od požara ili električnih udara.

- Preopterećenja:

  - Preopterećenje nastaje kada ukupna potrošnja električne energije premaši projektirani kapacitet mreže, što može uzrokovati pregrijavanje vodiča, transformatora i drugih električnih komponenti. Dugotrajno preopterećenje može dovesti do trajnih oštećenja na infrastrukturi, smanjenja učinkovitosti i povećanja rizika od kvara [4].

3. ZAŠTITA NISKONAPONSKE MREŽE

Zaštita niskonaponske mreže ključna je za održavanje sigurnosti i pouzdanosti u tim mrežama. Mreža je podložna različitim prijetnjama, uključujući prenaponske udare**,** kratke spojeve i preopterećenja, koji mogu uzrokovati ozbiljna oštećenja na opremi i ugroziti sigurnost krajnjih korisnika. Stoga je nužno implementirati odgovarajuće zaštitne mjere kako bi se minimizirali rizici i osigurala stabilnost sustava distribucije električne energije.

3.1 Vrste zaštite u niskonaponskim mrežama

Niskonaponske mreže koriste različite vrste zaštite, ovisno o specifičnostima rizika i zahtjevima mreže. Glavni zaštitni uređaji u NN mrežama su:

- Osigurači:
    - Osigurači su osnovni zaštitni uređaji koji služe za prekidanje strujnog kruga u slučaju preopterećenja ili kratkog spoja. Osigurači su dizajnirani da spriječe širenje opasnih strujnih tokova koji mogu uzrokovati oštećenje opreme ili požar. Kada dođe do nepravilnosti, osigurač se fizički prekida, čime sprječava daljnje oštećenje sustava.
    - Osigurači mogu biti različitih vrsta, kao što su brzi osigurači za zaštitu osjetljive opreme ili visokonaponski osigurači do 35 kV.
- Automatski prekidači:
    - Automatski prekidači funkcioniraju slično osiguračima, ali imaju dodatnu funkcionalnost u smislu ponovnog uključivanja nakon što se kvar otkloni. Oni omogućuju automatsko vraćanje mreže u rad nakon što se otkloni uzrok kvara, čime se smanjuje vrijeme trajanja prekida opskrbe.
    - Ovi prekidači često omogućuju podešavanje pragova za različite razine struje, što omogućava finu kontrolu i prilagodbu zaštite prema specifičnim potrebama mreže i vrsti opterećenja.
- Zaštitni releji:
    - Zaštitni releji koriste se za detekciju stanja u mreži, kao što su prekomjerna struja, kratki spojevi ili nesimetrija napona. Kada relej detektira takve nepravilnosti, aktivira prekidač koji automatski isključuje problematični segment mreže, čime se štiti ostala oprema i korisnici.
    - Zaštitni releji mogu biti opremljeni s naprednim funkcijama, poput daljinskog nadzora i automatskog obavještavanja, što omogućava pravovremeno interveniranje u slučaju nesreće.
- Prenaponske zaštite (SPD):

- Prenaponske zaštite, poznate i kao prenaponski zaštitni uređaji (SPD), štite mrežu od prenaponskih udara koji mogu nastati uslijed udaraca munje, prekomjernih skokova napona ili drugih eksternih faktora.
- SPD uređaji preusmjeravaju višak energije prema zemlji, smanjujući tako rizik od oštećenja opreme i elektroničkih uređaja poput računala, televizora, sustava za grijanje i hlađenje.
- Ovi uređaji mogu biti instalirani na ulazu u objekt ili na specifične električne uređaje koji su osjetljivi na prenaponske udare.

- Uzemljenje:

  - Uzemljenje je temeljni zaštitni element u svim elektroenergetskim sustavima, uključujući niskonaponske mreže.
  - U sustavima niskog napona, pravilno uzemljenje smanjuje mogućnost iskakanja opreme, požara i opasnosti za korisnike u slučaju električnih kvarova. Uzemljenje također omogućava pravilno funkcioniranje zaštitnih uređaja poput osigurača i prekidača, koji se temelje na naponskim razlikama između faznog vodiča i tla.

3.2 Standardi i propisi za zaštitu niskonaponskih mreža

Zaštita niskonaponskih mreža regulirana je različitim međunarodnim i nacionalnim standardima i propisima, koji osiguravaju sigurnost i pouzdanost elektroenergetskih sustava. Ključni standardi uključuju:

- IEC 60364:

  - Međunarodni standard koji definira pravila za projektiranje, instalaciju i inspekciju električnih instalacija niskog napona. Standard pokriva sve aspekte elektroinstalacija, uključujući zaštitu od električnih udara, preopterećenja, kratkih spojeva i prenapona.
  - IEC 60364 postavlja temelje za sigurnu izvedbu električnih instalacija u različitim okruženjima, od stambenih objekata do industrijskih postrojenja.

- HRN EN 62305:

  - Hrvatski standard koji se odnosi na zaštitu od udara munje i postavljanje sustava za zaštitu od munje u električnim instalacijama. Standard definira mjere zaštite koje sprječavaju rizik od oštećenja električnih instalacija uslijed udaraca munje, kao i zaštitu od prenapona izazvanih tim udarima.
  - Osim fizičkog postavljanja sustava, standard se bavi i potrebnom inspekcijom i održavanjem tih sustava kako bi se osigurala dugoročna zaštita.

- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona:

  - Propis koji regulira tehničke norme u Hrvatskoj i osigurava usklađenost sa sigurnosnim standardima i preporukama za elektroenergetske sustave. Obuhvaća zahtjeve za projektiranje, izvođenje, kontrolu i održavanje električnih instalacija, uključujući detalje o zaštiti od kratkih spojeva, preopterećenja i električnih udara [5-7].

3.3 Primjeri dobre prakse

Primjena dobre prakse u zaštiti niskonaponskih mreža uključuje redovito održavanje i testiranje zaštitnih uređaja kako bi se osigurao njihov pravilan rad i dugovječnost. Ključni aspekti dobre prakse uključuju:

- Planirano održavanje: Redovita inspekcija i testiranje zaštitnih uređaja kao što su osigurači, automatski prekidači i prenaponske zaštite. Planirano održavanje uključuje i provjeru zemljospojnih sustava, koji su ključni za učinkovitost zaštite.
- Praćenje promjena u mreži: Uz pomoć modernih sustava za nadzor i daljinsko praćenje, mogu se pravovremeno uočiti nepravilnosti u radu sustava, što omogućava brzu reakciju na moguće kvarove ili opasnosti.
- Kvalitetna oprema i materijali: Korištenje visokokvalitetnih komponenti, poput suvremenih zaštitnih releja i prenaponskih uređaja, značajno povećava učinkovitost zaštite i dugovječnost mreže.
- Edukacija korisnika i stručnjaka: Osiguranje da stručni radnici i krajnji korisnici budu educirani o sigurnosnim mjerama i pravilnoj upotrebi

elektroenergetske opreme, čime se smanjuje rizik od nesreća i kvarova u sustavu [8].

4. GRAĐEVINSKI PRIKLJUČCI I NJIHOVA ZAŠTITA

Za sigurno napajanje gradilišta električnom energijom, od ključne je važnosti odabrati odgovarajući tip građevinskog priključka te implementirati odgovarajuće zaštitne mjere kako bi se osigurala sigurnost radnika i opreme. Građevinski priključci omogućuju privremeno napajanje tijekom gradilišnih radova i nužni su za svaku gradilišnu lokaciju.

4.1 Vrste priključaka

- Privremeni nadzemni priključci:
    - Ovi priključci koriste nadzemne vodove koji povezuju gradilište s elektroenergetskom mrežom. Koriste se na područjima gdje je moguće instalirati nadzemne vodove, te pružaju jednostavan i brz način za osiguranje električne energije tijekom gradnje. Prednost nadzemnih priključaka je brza instalacija, no mogu biti podložni vanjskim uvjetima poput vjetra ili udara munje.
- Podzemni priključci:
    - Na urbanim gradilištima, gdje je sigurnost i estetika važna, podzemni priključci predstavljaju bolju opciju. Ovi priključci koriste podzemne vodove koji su zaštićeni od vanjskih utjecaja, čime se smanjuje rizik od oštećenja i opasnosti za radnike. Podzemni sustavi pružaju veću zaštitu i trajniji su, no instalacija je složenija i skuplja.
- Mobilni (prijenosni) priključci:
    - Mobilni priključci, smješteni u prijenosnim ormarima ili kutijama, omogućuju fleksibilnost i mobilnost na gradilištima. Ovi se priključci mogu premještati s jednog dijela gradilišta na drugi, prema trenutačnim potrebama. Prijenosni ormari često sadrže sve potrebne uređaje za zaštitu i distribuciju energije,

čime omogućuju brzo postavljanje i fleksibilno napajanje gradilišta.

4.2 Mjere zaštite

Zaštita građevinskih priključaka uključuje različite uređaje i metode kako bi se spriječili potencijalni rizici poput električnih udara, preopterećenja, kratkih spojeva i prenaponskih udara, te osigurala sigurnost radnika i opreme. Ključne mjere zaštite uključuju:

- Zaštita od električnog udara:
  - RCD (Residual Current Device) zaštita je osnovni uređaj za sprečavanje električnog udara. RCD uređaji automatski isključuju napajanje kada detektiraju curenje struje ili kratki spoj između faze i zemlje. Ova zaštita sprječava rizik od smrtonosnih električnih udara te je obavezna na svim gradilištima, osobito na onima s visokom vlagom.
  - Uzemljenje je također ključno za smanjenje rizika od električnih udara, jer omogućuje siguran odvod struje u tlo u slučaju kvara.

- Zaštita od preopterećenja i kratkih spojeva:
  - Automatski prekidači postavljaju zaštitu protiv preopterećenja i kratkog spoja. Ovi uređaji automatski prekinu strujni krug kada struja premaši određeni prag, čime se štiti oprema od oštećenja i sprječava požar. Automatski prekidači također omogućuju ponovno uključivanje nakon otklanjanja problema, što smanjuje vrijeme prekida opskrbe.

- Prenaponska zaštita (SPD):
  - Prenaponski uređaji (SPD) štite gradilište od oštećenja uzrokovanih prenaponima, poput onih koji nastaju zbog udara munje. SPD uređaji sprječavaju oštećenje opreme i elektroničkih uređaja na gradilištu.

- Mehanička zaštita:

- Otporna kućišta i robusni kabeli osiguravaju mehaničku zaštitu od fizičkog oštećenja. U uvjetima gradilišta, gdje postoji velika mogućnost mehaničkih oštećenja uslijed udara ili udaraca, zaštita od oštećenja kabela i opreme je nužna.
- Zaštita od vanjskih utjecaja: Kućišta i kabeli moraju biti otporni na vlagu, prašinu i temperaturu, kako bi se osigurala dugoročna učinkovitost i sigurnost opreme [9-11].

5. UTJECAJ MODERNIH MATERIJALA NA ZAŠTITU MREŽA I GRAĐEVINSKE PRIKLJUČKE

Moderna tehnologija i napredni materijali igraju ključnu ulogu u poboljšanju zaštite elektroenergetskih sustava, uključujući građevinske priključke. Inovacije u materijalima omogućuju povećanu otpornost, bolju zaštitu i manje potrebe za održavanjem sustava.

- Materijali visoke otpornosti (UV, vlaga, temperatura):

  - U novim instalacijama sve se češće koriste materijali koji su otporniji na UV zračenje, visoke temperature i visoku vlagu. Na primjer, kabele prekrivene materijalima otpornim na vanjske utjecaje povećavaju dugovječnost sustava i smanjuju potrebu za čestim održavanjem i zamjenom opreme.

- Nanotehnologija za bolju izolaciju i smanjenje gubitaka:

  - Nanotehnologija omogućava razvoj novih, inovativnih materijala za izolaciju i zaštitu od prenapona. Korištenje ovih materijala može značajno smanjiti gubitke energije, povećati mehaničku otpornost i sigurnost te omogućiti bolju zaštitu od oštećenja uslijed mehaničkih udaraca.

- Pametni materijali za detekciju kvarova:

  - Razvoj pametnih materijala koji mogu automatski detektirati kvarove omogućuje ranu intervenciju prije nego što dođe do ozbiljnih oštećenja opreme. Ovi materijali mogu automatski aktivirati zaštitu i alarmirati nadležnu osobu o problemu, što omogućuje brzu reakciju i sprječava daljnje štete.

- Fleksibilna rješenja za gradilišta:

    - Korištenje fleksibilnih i izdržljivih materijala za privremene priključke omogućava jednostavniju instalaciju i premještanje opreme po gradilištu. Ova rješenja smanjuju rizik od oštećenja i omogućuju brzu i sigurnu distribuciju električne energije tijekom gradilišnih radova [12-14].

6. ZAKLJUČAK

Niskonaponske mreže predstavljaju temeljnu komponentu elektroenergetskog sustava, jer omogućuju distribuciju električne energije krajnjim korisnicima, poput kućanstava, malih poduzeća i manjih industrijskih objekata. Osiguranje pouzdane i sigurne opskrbe električnom energijom kroz ove mreže ključno je za svakodnevno funkcioniranje modernih društava, te uključuje nekoliko ključnih komponenti, od distribucijskih transformatora do krajnjih korisnika.

Funkcija niskonaponskih mreža nije samo u osiguravanju stabilne opskrbe, već i u očuvanju sigurnosti i stabilnosti električnih parametara, kao što su napon i frekvencija, koji utječu na ispravno funkcioniranje uređaja i opreme korisnika. Međutim, niskonaponske mreže suočavaju se s različitim izazovima, kao što su prenaponski udari, kratki spojevi i preopterećenja, koji mogu ugroziti sigurnost i pouzdanost mreže.

Zaštita ovih mreža od tih prijetnji ključna je za njihovu dugoročnu funkcionalnost, a to uključuje implementaciju osigurača, automatskih prekidača, prenaponskih zaštita, zaštitnih releja i odgovarajućeg uzemljenja. Također, standardi poput IEC 60364 i HRN EN 62305 pružaju smjernice za sigurnu i učinkovitu zaštitu niskonaponskih mreža.

S obzirom na moderne izazove, razvoj novih materijala i tehnologija, uključujući nanotehnologiju i pametne materijale, donosi napredak u zaštiti elektroenergetskih sustava, poboljšavajući otpornost i smanjujući potrebu za čestim održavanjem. Također, nova rješenja u građevinskim priključcima omogućuju veću sigurnost i fleksibilnost tijekom gradilišnih radova, smanjujući rizik od nesreća i oštećenja opreme.

Upravljanje i zaštita niskonaponskih mreža zahtijeva stalnu prilagodbu novim tehnološkim i sigurnosnim zahtjevima kako bi se očuvala stabilnost elektroenergetskog sustava i osigurala sigurnost krajnjih korisnika. Kontinuirani razvoj i implementacija novih tehnologija, uz pridržavanje međunarodnih i nacionalnih standarda, ključni su za očuvanje pouzdane i sigurne elektroenergetske infrastrukture.

LITERATURA

1. IEC 60038: Standard za nominalne vrijednosti napona za elektroenergetske sustave. Međunarodni elektrotehnički komitet (IEC), 2017.
2. IEC 60364: Pravilnik za projektiranje, instalaciju i inspekciju elektroinstalacija niskog napona. Međunarodni elektrotehnički komitet (IEC), 2015.
3. HRN EN 62305: Zaštita od udara munje u električnim instalacijama, Hrvatski standard, 2018.
4. Javor, G.: *Elektroenergetski sustavi*. Zagreb: Tehnička knjiga, 2016.
5. Kovačević, T., & Srnec, M.: Zaštita elektroenergetskih mreža od prenaponskih udara. Elektroenergetska revija, 34(2), 52-68., 2021.
6. Matić, Z., & Novak, J.: *Distribucija električne energije u niskonaponskim mrežama*. Rijeka: IEPRO, 2019.
7. Rei, I., & Draganić, A.: *Zaštita elektroenergetskih sustava*. Split: Elektrotehnička naklada, 2020.
8. Petrović, D.: *Osnove elektroenergetskih mreža*. Beograd: Energetski institut "Nikola Tesla", 2018.
9. Nikolić, M.: *Upravljanje i održavanje elektroenergetskih sustava*. Beograd: Građevinska knjiga, 2017.
10. Zakon o energetici, NN 120/12: Zakon o energetici Republike Hrvatske. Narodne novine, 2012.
11. ISO 9001: *Upravljanje kvalitetom u elektroenergetskim mrežama*. Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO), 2015.
12. Vršič, V.: *Prenaponska zaštita elektroenergetskih sustava*. Ljubljana: Elektrotehnička revija, 2018.
13. Hrvatski elektroprivredni sustav (HEP): *Tehnička dokumentacija i standardi za elektroinstalacije*. HEP, 2020.
14. Tudić, P., & Petrović, L.: *Sigurnost električnih instalacija i oprema za zaštitu*. Beograd: Elektronski fakultet, 2019.

MOTIVACIJA I LIDERSTVO: KAKO OBARZOVANJE OBLIKUJE MOTIVACIJU LDIERA?

MOTIVATION AND LEADERSHIP: HOW DOES EDUCATION SHAPE THE MOTIVATION OD LEADERS?

Stručni rad/ Professional paper

doc.dr. Amela Hajdarović*

doc.dr. Nerman Ljevo*

Larisa Veledar, studentica*

Sažetak

Motivacija je potrebna za sve oblike ljudskog djelovanja. Shodno tome, jako je važno da motivacija bude inkorporirana i u liderstvo, odnosno u sve aktivnosti i procese koje lideri obavljaju. Kroz rad se pokušava utvrditi da li formalno obrazovanje lidera ima utjecaj na motivaciju prilikom obavljanja svakodnevnih poslova i aktivnosti. Dakle, u radu će se pokušati ispitati da li je vjerovatnije da će lideri biti više motivisani za rad ukoliko imaju veći stepen obrazovanja, u odnosu na one koji imaju niži stepen. Drugim riječima, ispitivati će se utjecaj obrazovanja lidera na njihovu motivaciju. Uzorak se sastojao od 120 ispitanika, lidera iz Bosne i Hercegovine koji su u procesu istraživanja odgovarali na pitanja koja se odnose na motivaciju, ali i na stepen vlastitog obrazovanja. Za procjenu motivacije lidera korištena je skala MTL (Chan i Drasgow, 2001), koja motivaciju lidera svrstava u tri kategorije: motivacija da se bude lider, motivacija zbog koristi i motivacija zbog dužnosti. Rezultati istraživanja ukazuju na to da motivacija je u uskoj korelaciji sa stepenom obrazovanja, te da lideri koji su više obrazovani imaju veći stepen motivacije prilikom obavljanja svojih poslova.

***Ključne riječi**: motivacija, obrazovanje, stil liderstva, liderstvo*

Abstract

Motivation is necessary for all forms of human activity. Accordingly, it is very important that motivation is incorporated into leadership, that is, into all

*Visoka škola “CEPS-Centar za poslovne studije” Kiseljak, email: hajdarevic_amela@yahoo.com
*Fakultet za menadžment i poslovnu ekonomiju, email: ljevo.nerman@gmail.com
*Visoka škola “CEPS-Centar za poslovne studije” Kiseljak, email: larisa.veledar@live.co.uk

activities and processes that leaders perform. The paper attempts to determine whether the formal education of leaders has an impact on motivation when performing daily tasks and activities. Therefore, the paper will attempt to examine whether it is more likely that leaders will be more motivated to work if they have a higher level of education, compared to those who have a lower level. In other words, the impact of leader education on their motivation will be examined. The sample consisted of 120 respondents, leaders from Bosnia and Herzegovina who, in the research process, answered questions related to motivation, but also to the level of their own education. To assess the leader's motivation, the MTL scale (Chan and Drasgow, 2001) was used, which classifies the leader's motivation into three categories: motivation to be a leader, motivation for benefits, and motivation for duty. The results of the research indicate that motivation is closely correlated with the level of education, and that leaders who are more educated have a higher level of motivation when performing their duties.

***Key words**: motivation, education, leadership style, leadership.*

1. UVOD

Kao odgovor na pitanja “Za šta nam je potrebna motivacija?”, možemo reći “Za sve”. U svakom segmentu ljudskog djelovanja i ljudskih aktivnosti potrebna je motivacija, kako bi ljudi adekvatno obavljali svoje poslove. Lideri imaju specifičan nivo motivacije, no postavlja se pitanje da li formalno obrazovanje lidera ima utjecaj na motivaciju lidera. Osnovne predpostavke su da obrazovanje ima direktan utjecaj na motivaciju lidera, odnosno da lideri koji su više obrazovani će vjerovatnije biti i više motivisani da obavljaju svoje dnevne zadatke. Stoga će se kroz rad ispitati odnos varijabli obrazovanje lidera i motivacija lidera.

2. MEĐUODNOS MOTIVACIJE I OBRAZOVANJA LIDERA - PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

Prethodna istraživanja ukazuju na to da se ranije ispitivao međuodnos motivacije i liderstva, sa posebnim osvrtom na obrazovanje lidera. Liderstvo je složen i višestran pojam koji je ključan za uspjeh svake organizacije. Iako ne postoji jedinstvena definicija liderstva koja je univerzalno prihvaćena, općenito se smatra da je to proces utjecanja na druge s ciljem postizanja zajedničkog cilja. Efikasni lideri igraju ključnu ulogu u organizacijama kroz: stvaranje i

prenošenje vizije organizacije, uspostavljanje i vođenje timova visokih performansi, motivisanje i inspirisanje zaposlenika, održavanje dobre komunikacije i odnosa sa zaposlenicima, te doprinos osiguravanju njihovog zadovoljstva (Todăriţă et al, 2023). Prema Sariakin et al (2025) obrazovani lideri kreiraju podržavajuće okruženje u organizaciji, kako bi i njihovi sljedbenici bili obrazovaniji. Drugim riječima, što su lideri više obrazovani više podržavaju svoje sljedbenike da se obrazuju, tj. pokazati će veći stepen motivacije za obrazovanjem svojih saradnika i kolega. Vođe pokazuju put i pomažu zaposlenicima da ga slijede osnažujući ih i uključujući u proces kroz sposobnost da utječu, motivišu i omoguće drugima da doprinesu učinkovitosti i uspjehu organizacije (Roßnagel, 2016). Prema Eres (2011), na uzorku od 397 osoba, dokazalo se da postoji snažna povezanost između motivacije lidera i njihovog obrazovanja. Prema Eyal & Roth (2010), modeliranjem strukturalnih jednačina, došlo se do zaključka da obrazovanje lidera je direktno povezano sa njihovom motivacijom, ali i sa njihovim stavovima o dobrobiti njihovih sljedbenika. Prema Shaddad (2022), novčane nagrade lidere motivišu najviše, no obrazovanje je u korelaciji sa zadovoljstvom nagradom. Prema Onjoro et al (2015), obrazovaniji lideri imaju bolje performanse ne samo zato što imaju više znanja, nego i zato što su više motivisani u odnosu na one koji nemaju visok stepen formalnog obrazovanja. Lideri koji su prošli kroz specijalizovane obrazovne programe, posebno one koji se baziraju na emocionalnoj inteligenciji, samospoznaji i etičkom liderstvu, obično imaju veću unutrašnju motivaciju i sposobnost da inspirišu druge. Obrazovanje lidera omogućava im da razviju važne vještine kao što su komunikacija, donošenje odluka i sposobnost rješavanja konflikata (Goleman, 1995). Ove vještine, kada su usavršene, mogu povećati samopouzdanje lidera, što direktno utiče na njihovu motivaciju. U skladu s tim, obrazovani lideri često pokazuju veću posvećenost svojim organizacijama i zaposlenicima (Northouse, 2018). Jedna od teorija koja se često koristi u analizi motivacije lidera je teorija samoodređenja (Deci & Ryan, 2000). Prema ovoj teoriji, ljudi su motivirani kada osjećaju da imaju kontrolu nad svojim postupcima, što uključuje i sposobnost donošenja odluka i preuzimanja odgovornosti. Obrazovani lideri koji su naučili kako da podrže autonomiju svojih zaposlenih često osjećaju veću motivaciju jer njihove odluke imaju pozitivne posljedice na radnu atmosferu i učinak tima. Osim toga, obrazovanje lidera često uključuje razvoj transformacijskog liderstva (Bass, 1990), koje se temelji na inspiraciji, inovacijama i sposobnosti da se motivišu drugi. Transformacijski lideri često doživljavaju veću unutrašnju motivaciju jer njihove akcije direktno utiču na motivaciju i performanse njihovih zaposlenih. Ovi lideri nisu samo vođe koji upravljaju, već i mentori koji potiču razvoj svojih

timova. (Avolio & Bass, 2004). Istraživanja pokazuju da obrazovani lideri imaju bolje razvijene sposobnosti za upravljanje stresom, donošenje etičkih odluka i vođenje timova ka zajedničkim ciljevima (Schriesheim & Neider, 2010). Ove vještine ne samo da poboljšavaju njihove sposobnosti kao lidera, već također povećavaju njihovu unutrašnju motivaciju jer se osjećaju kompetentniji i sposobniji da doprinesu uspjehu organizacije.

3. METODOLOGIJA

Istraživanje je napravljeno na uzorku od 120 ispitanika, lidera iz Bosne i Hercegovine koji su u procesu istraživanja odgovarali na pitanja koja se odnose na motivaciju, ali i na stepen vlastitog obrazovanja. Osnovni kriteriji uzorkovanja bili su: da je osoba lider, da je osoba iz Bosne i Hercegovine. Kroz proces istraživanja, lideri su davali odgovore na pitanja koja sui m postavljena u anketnom upitniku. Anketni upitnik sadržavao je sljedeće tipove pitanja: filter pitanja (pitanja koja se odnose na uzorkovanje: Da li je osoba lider?; Da li je osoba iz Bosne i Hercegovine; sociodemografska pitanja (spol, dob, ali i obrazovanje lidera), te pitanja koja se odnose na motivaciju lidera). Za procjenu motivacije lidera korištena je skala MTL (Chan i Drasgow, 2001), koja motivaciju lidera svrstava u tri kategorije: motivacija da se bude lider, motivacija zbog koristi i motivacija zbog dužnosti. Anketni upitnik je dostavljen ispitanicima putem Google Survey, a prikupljeni podaci su analizirani u program za statističku obradu podataka SPSS.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U ovom dijelu prikazani su rezultati istraživanja. Prije svega, prezentirani su sociodemografski podaci.

*Tabela 1. Sociodemografski podaci (Spol*Godine) – Crosstable*

		Spol		**Total**
		Muški	Ženski	
Godine	18 – 25	2	7	9
	26 – 35	15	14	29
	36 – 45	26	12	38
	46 – 55	20	19	39
	56 – 65	4	1	5
Total		67	53	120

Izvor: Autor rada

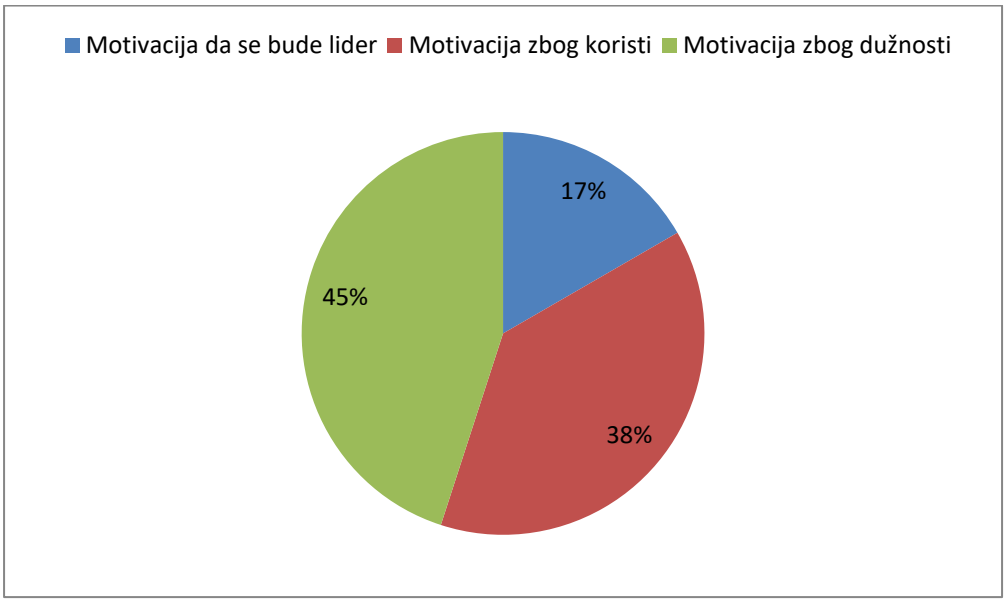
Na bazi podataka iz prethodne tabele, može se zaključiti kako je u uzorku bilo najviše osoba koje imaju između 46 i 55 godina (39 lidera), a zatim slijede oni koji imaju između 36 i 45 godina (38 lidera). Najmanje je onih koji su imali između 56 i 65 godina (5 lidera). Od ukupnog broja osoba u uzorku, 67 je osoba muškog spola, dok je 53 osobe ženskog spola.

Tabela 2. Obrazovanje lidera

Nivo obrazovanja lidera	Frekvencija	Procenat
Završena srednja škola	10	8,34%
Završen I ciklus studija	78	65%
Završen II ciklus studija	28	23,34%
Završen III ciklus studija	4	3,34%
Ukupno	120	100%

Izvor: Autor rada

Kada je u pitanju formalno obrazovanje lidera, od ukupnog broja ispitanika, njih 75 (65%) ima završen I ciklus studija, dok 28 (23,4%) ima završen II ciklus studija. Zatim 10 ispitanika (8,34%) ima završenu srednju školu, dok samo 4 ispitanika (3,34%) ima završen III ciklus studija.



Grafikon 1. Tipovi motivacije prema MTL skali
Izvor: Autor rada

Od ukupnog broja lidera koji se nalaze u uzorku, najviše je onih koji obnašaju poziciju lidera zbog snažnog osjećaja dužnosti (Motivacija zbog dužnosti -

45%). Zatim slijede oni koji obavljaju poziciju lidera zbog koristi (Motivacija zbog koristi – 38%), a najmanje je onih koji obavljaju posao lidera da bi bili lideri (Motivacija da se bude lider – 17%).

*Tabela 3. Pearsonov koeficijent korelacije (Obrazovanje*Motivacija lidera)*

		Obrazovanje	Motivacija lidera
Obrazovanje	Pearson Correlation	1	.892
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	50	50
Motivacija lidera	Pearson Correlation	.892	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	50	50

Izvor: Autor rada

Na bazi prethodne tabele može se zaključiti da je stepen korelacije između obrazovanja lidera i motivacije lidera 0,892 uz p = 0.000 (p<0,05), dakle riječ je o visokom stepenu korelacije. Može se reći da postoji vjerovatnoća od 89,2% da ukoliko je lider više obrazovan, više će biti i motivisan za obavljanje posla.

*Tabela 4. Pearsonov koeficijent korelacije (Obrazovanje*Vrste motivacije lidera)*

		Obrazovanje	Motivacija zbog dužnosti	Motivacija zbog koristi	Motivacija da se bude lider
Obrazovanje	Pearson Correlation	1	.911	.799	.211
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000
Motivacija zbog dužnosti	Pearson Correlation	.911	1	.012	.015
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.001	.000
Motivacija zbog koristi	Pearson Correlation	.799	.012	1	.153
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.000	.000
Motivacija da se bude lider	Pearson Correlation	.211	.015	.153	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000

Izvor: Autor rada

Na bazi rezultata koji su zabilježeni na promatranom uzorku, može se zaključiti da je stepen korelacije između obrazovanja lidera i motivacije zbog dužnosti 0,911 uz p = 0.000 (p<0,05), dakle riječ je o izuzetno visokoj korelaciji. Može se reći da lider koji su obrazovani najčešće s motivisani za obavljanje svojih zadataka zbog obavljanja dužnosti, a ne zbog kompenzacije, nagrade ili nekih drugih beneficija. Lideri sa nižim nivoima obrazovanja sve su manje motivisani za obavljanje posla zbog dužnosti i sve su više zainteresirani za pripadajuće kompenzacije. Obrazovanje i motivacija zbog koristi imaju srednje visok stepen korelacije koji iznosi 0,799 uz p= 0,000 (p<0,05), dakle riječ je o nešto nižoj korelaciji nego u prethodnom slučaju. Konačno, najniža korelacija se bilježi prilikom promatranja varijabli obrazovanje i motivacija da se bude lider, dakle, riječ je o neznatnoj korelaciji 0,211 uz p = 0,000 (p<0,05), što znači da lider koji su visoko obrazovani najmanje su motivisani statusom lidera da bi obavljali taj posao.

5. ZAKLJUČAK

Na samom kraju rada potrebno je dati određena zaključna razmatranja. Odnos motivacije i obrazovanje već je prethodno istraživan i ispitivan. Riječ je o odnosu koji je bio predmet brojnih teorijskih konceptualizacija, ali i empirijskih validacija. Motivacija lidera ima usku vezu sa njihovim obrazovanjem, o čemu svjedoče prethodna istraživanja, ali i rezultati vlastite provedene empirijske analize. Kada je u pitanju motivacija lidera, ista je ispitivana putem MTL skale, unutar koje je moguće diferencirati tri tipa motivacije lidera: motivacija da se bude lider, motivacija zbog dužnosti i motivacija zbog koristi. Svaki od ovih oblika motivacija ima svoje specifičnosti. Rezultati istraživanja provedenog na uzorku od 120 lidera iz Bosne i Hercegovine govore u prilog tome da su obrazovanje lidera u formalnom smislu ima najveću korelaciju sa motivacijaom zbog dužnosti, a najmanju sa motivacijom zbog koristi. Drugim riječima, sa rastom formalnog obrazovanja lidera raste i motivacija zbog osjećaja dužnosti prema poslu, a opada motivacija zbog koristi. Ova tematika uzuzetno je atraktivna te je sigurno da će se u godinama koje dolaze o istoj naoisati brojna istraživanja.

LITERATURA

1. Avolio, B. J., & Bass, B. M. (2004). *Multifactor leadership questionnaire: Manual and sampler set* (3rd ed.). Mind Garden.

2. Bass, B. M. (1990). *From transactional to transformational leadership: Learning to share the vision*. Organizational Dynamics, 18(3), 19-31. https://doi.org/10.1016/0090-2616(90)90061-S
3. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
4. Goleman, D. (1995). *Emotional intelligence: Why it can matter more than IQ*. Bantam.
5. Northouse, P. G. (2018). *Leadership: Theory and practice* (8th ed.). Sage Publications.
6. Onjoro, V., Bwari, R., & Etende, H. E. (2015). Leadership motivation and mentoring can improve efficiency of a classroom teacher and workers in institutions. *Journal of Education and Practice, 6*(15), 1.
7. Roßnagel, C. S. (2016). Leadership and motivation. In J. Marques & S. Dhiman (Eds.), *Leadership today: Practices for personal and professional performance*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31036-7_12
8. Sariakin, S., Yeni, M., Usman, M. B., Mare, A. S., Munzir, M., & Saleh, M. (2025). Fostering a productive educational environment: The roles of leadership, management practices, and teacher motivation. *Frontiers in Education, 10*, 1499064. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1499064
9. Schriesheim, C. A., & Neider, L. L. (2010). Transformational and charismatic leadership: The road ahead. *The Leadership Quarterly, 21*(3), 591-600. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2010.03.001
10. Shaddad, N. A. (2022). The relationship between school leadership and teacher motivation in Kuwait. *Academic Journal of Research and Scientific Publishing, 3*(36), 5.
11. Todăriță, E., Miricescu, D., & Porancea-Răulea, A. (2023). Study regarding the connection between leadership and motivation in the logistics activity in the production organizations. *Land Forces Academy Review, 28*(4).
12. Chan, K. Y., & Drasgow, F. (2001). Toward a theory of individual differences and leadership. *Journal of Applied Psychology, 86*(3), 481–498. https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.3.481

POVEZANOST STRESA U RADOM OKRUŽENJU MEDICINSKIH SESTARA / TEHNIČARA SA KVALITETOM ŽIVOTA

RELATIONSHIP OF STRESS IN THE WORK ENVIRONMENT OF NURSES / TECHNICIANS WITH QUALITY PF LIFE

Stručni rad/ Professional paper

Doc. dr. sci. Amela Hajdarović*

Mr. Sanjin Penava*

Dženis Tipura, student*

Tarik Ramić, student*

Sažetak

Stres postaje sve aktuelnija tema u svakodnevnom životu i psihologiji. Pojam je preuzet iz inžinjerske tehnologije, gdje označava vanjsku silu koja izaziva napetost i promjene u materijalu. Stres na radnom mjestu je specifična vrsta stresa povezana s radnim okruženjem, a od 1970-ih postaje predmet istraživanja psihologa i ljekara. Osjećaj „ja to mogu“ pokreće promjene i učenje, a cilj ovog istraživanja bio je ispitati prisustvo stresora u radnom okruženju medicinskih sestara/tehničara i njihov uticaj na svakodnevni život. Učestvovalo je 139 ispitanika iz javnog i privatnog zdravstvenog sektora. Istraživanje je kvantitativno, deskriptivno i komparativno, provedeno putem upitnika sa 27 pitanja u periodu od 01. do 29. februara 2024. Korelaciona analiza pokazala je da manjak vremena za porodicu, želja za promjenom radnog mjesta i konfliktne situacije povećavaju nivo percipiranog stresa. Zadovoljstvo odnosima, timskim radom i kvalitetom radne sredine smanjuje stres. Stres ima značajan negativan uticaj na gotovo sve dimenzije kvaliteta života, osim fizičkog zdravlja i problema zbog emocionalnih smetnji. Zaključeno je da je stres prisutan među medicinskim sestrama/tehničarima i da negativno utiče na kvalitet života.

Ključne riječi: *stres. stresori, medicinska sestra, kvalitet života, radno okruženje.*

* Visoka škola “CEPS-Centar za poslovne studije” Kiseljak, Kantonalna bolnica “Dr Safet Mujić“ Mostar, email: hajdarevic_amela@yahoo.com

* Kantonalna bolnica“Dr Safet Mujić“Mostar, email: penavasanjin@gmail.com

* Visoka škola “CEPS-Centar za poslovne studije” Kiseljak, dzenis11@gmail.com

* Visoka škola “CEPS-Centar za poslovne studije” Kiseljak, tramic2009@gmail.com

Abstract

Stress is becoming an increasingly relevant topic in everyday life and psychology. The term originates from engineering, where it denotes an external force that causes tension and changes in a material. Workplace stress is a specific type of stress linked to the work environment, and since the 1970s, it has become a subject of research for psychologists and medical professionals. The feeling of "I can do it" drives change and learning. The aim of this study was to examine the presence of stressors in the work environment of nurses/medical technicians and their impact on daily life. The study involved 139 participants from both the public and private healthcare sectors. It was a quantitative, descriptive, and comparative study, conducted using a 27-question survey during the period from February 1st to 29th, 2024. Correlation analysis showed that lack of time for family, desire to change jobs, and conflict situations at work increased perceived stress levels. Satisfaction with relationships, teamwork, and the quality of the work environment reduced stress. Stress was found to have a significant negative impact on nearly all dimensions of quality of life, except for physical health and problems due to emotional difficulties. It was concluded that workplace stress is present among nurses/medical technicians and negatively affects their overall quality of life.

Keywords: stress, stressors, nurse, quality of life, work environment.

1. UVOD

Pitanje stresa u posljednje vrijeme postaje sve više aktuelno i u svakodnevnom životu i u psihologiji. Pojam stresa preuzet je iz inžinjerske tehnologije, gdje ovaj pojam označava vanjsku silu koja djeluje na neki predmet i „izaziva napetost, naprezanje i umor materijala, te strukturalne promjene u predmetu“. Proučavajući opće adaptacione reakcije organizma na dugotrajno djelovanje raznih spoljašnjih faktora, termin stres među prvima uvodi u psihologiju Hans Selye koji je pod tim pojmom „podrazumjevao proces koji se odigrava u organizmu kada je on izložen bilo kakvoj agresiji (traumatskoj, infektivnoj, toksičnoj, psihičkoj)“. U okviru Lazarusovog modela, stres se u psihologiji definiše kao „sklop emocionalnih, tjelesnih (fizioloških) i/ili bihevioralnih reakcija do kojih dolazi kad neki događaj procijenimo opasnim ili uznemiravajućim“, čime se naglašava značaj kognitivnih aspekata kao primarnih u određivanju i definisanju stresa.

2. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

Kod teorijskih pravaca i pristupa stresu koji naglašavaju ponašajne, odnosno bihevioralne aspekte, stres se definiše kao situacija koja „u toj mjeri remeti individualnu psihosocijalnu ravnotežu svih, ili velike većine pojedinaca koji su joj izloženi, da pojedinac ne može da je uspostavi za uobičajeno dugo vrijeme (1). U literaturi se ističu dvije osnovne vrste stresa: eustres – koji je emocionalno ugodan i koji doprinosi zdravlju i distres – koji je neprijatan i ugrožava zdravlje (2).
Fiziološki i psihološki pristup stresu prema Selyeu, smatra da se specifične promjene u organizmu, nastale pod uticajem različitih štetnih faktora iz okoline manifestiraju u stresu. Te štetne faktore iz okoline naziva stresorima. Stresori su poticaji koji nas dovode u stanje stresa, bili oni vanjski iz okoline, bili oni unutrašnji i oni koje smo mi sami potakli. U stresnim situacijama, pojedinac procjenjuje hoće li se uopće moći sam nositi i suočiti sa stresnom situacijom, a zatim procjenjuje koliko socijalne podrške može očekivati ili već ima. Ako su obje procjene negativne, situacija se počinje doživljavati kao stresna (3). Stres na radnom mjestu jeste specifična vrsta stresa čiji je izvor u radnom okruženju. Sedamdesetih godina 20. vijeka, stres na radu postaje predmet proučavanja mnogih psihologa i doktora. McGrath (1976) definiše stres na radu kao značajnu neravnotežu između zahjteva i sposobnosti da im se udovolji, u situaciji kad neuspjeh u zadovoljavanju zahtjeva ima, po mišljenju radnika, značajne posljedice (4). Karasek (1979) razvija model stresa na radu koji je predočio kao dvije dimenzije u kojima nivo stresa raste kako se povećavaju zahtjevi radnog mjesta, a smanjuje nivo odlučivanja, pri čemu stres na radu nije rezultat samo jednog faktora, nego je zbir povećanih zahtjeva i niskog nivoa odlučivanja. Istraživanja pokazuju jasnu povezanost stresa na radu i radnog učinka. Ako je stres umjeren, djeluje motivirajuće i naziva se eustres. Premalen stres povezan je s niski radnim učinkom, no prevelika količina stresa ima za ishod također niski radni učinak i može uzrokovati niz oboljenja. U pojedinim profesijama pojavljuju se uz opšte stresore i specifični stresori karakteristični upravo za tu profesiju. Nije moguće ukloniti sve stresore prisutne na određenom radnom mjestu, odnosno pri određenom načinu rada, ali može se pomoći utičući na vanjske okolnosti ili individualnu osjetljivost, kako bi se simptomi stresa umanjili (5). Prema Sauter i Murphy (1999) najčešći uzročnici stresa na radnom mjestu su:

- loši radni uslovi,
- osjećaj nedoraslosti visokim zahtjevima,
- otkaz,

- rad pod vremenskim pritiskom,
- neprilike sa šefom i saradnicima,
- promjena radnog mjesta,
- dvostruka opterećenost (zaposlenje i kućanski poslovi),
- održavanje predavanja i obrazovanje suradnika (6).

Stres se može definirati kao psihofizičko stanje u koje čovjek zapada u otežanim prilikama i situacijama. Stresna situacija podrazumijeva iznenadno i snažno djelovanje psihosocijalnih činilaca koji naglo narušavaju psihičku, ali i biološku i socijalnu ravnotežu osobe. Reagovanje na stresne situacije je ipak individualno. Različiti podražaji mogu prouzrokovati narušavanje dinamičke homeostaze u organizmu. Podražaj koji je izazvao stres naziva se stresorom, a stresori mogu biti: vanjski i unutrašnji. Stres se dijeli na dobar (akutni) i loš (hronični) stres (7). Značajno je istaći da individualna procjena objektivnog stanja ili događaja uveliko utiče na pojavu stresnog odgovora kod pojedinca. Stres na poslu je prisutan u svim zanimanjima. Međutim, u nekim zanimanjima je znatno intenzivniji, te kao takav ostavlja niz negativnih posljedica na psihofizičko zdravlje čovjeka. Jedno od najstresnijih zanimanja je posao medicinke sestre. Stoga, mentalno i fizičko zdravlje medicinskih sestara je dovedeno u pitanje, a radna produktivnost, entuzijazam, briga o pacijentima, odnosno kvalitet rada je svakodnevno ugrožen (8).Stres, visok nivo sagorjevanja na radu i loše životne navike, mogu dovesti zdravlje medicinskih sestara na vrlo zabrinjavajući nivo. S druge strane, povećani su kumulativni rizici po zdravlje, jer su medicisnki radnici dugoročno izloženi virusima, bakterijama, kompleksnim mješavinama različitih hemikalija i drugim opasnim hemijskim agensima (9). Pojam „sestra“ predstavlja nešto blisko, intimno, toplo, porodično, ali i nadasve žensko, a „sestrinstvo“ određenu, prije svega rodnu, pripadnost određenoj grupaciji (10). Budući da sam posao medicinske sestre zahtjeva veliku predanost, odgovornost i sabranost, ono nije samo rutina koja se obavlja, već življenje vlastite profesije, 24 sata na dan s obzirom da briga o čovjeku nema ograničenja radnog vremena. Stoga, vrlo često svi problemi pacijenta, teške situacije i stanja uslijed raznih bolesti utječu svakako i na medicinsku sestru čak i u vrijeme njene privatnosti budući da odgovornost traje tokom cijelog dana kao i obratno, odgovornosti jedne majke i supruge prenose se na radnu sferu (11). Rezultati istraživanja na medicinskim sestrama koje su ranije radile noćnu smjenu, a u vrijeme ispitivanja u dnevnim ili večernjim smjenama, pokazali su da je u bivših noćnih radnica značajno skraćena delta-faza spavanja i njihovo trajanje sna je kraće u odnosu na radnike koji rade dnevne smjene. Kvaliteta spavanja usko se dovodi u vezu s općim zdravljem populacije te se istraživači bave problematikom smjenskog rada i kvalitetom

sna smjenskih radnika s ciljem preporuka za poboljšanje. Istraživanje provedeno u Malawiu, pokazalo je kako je noćni rad povezan s redukcijom kvalitete spavanja i skraćenjem trajanja sna. Posljedica noćnog rada su dugotrajan umor i pospanost (12).

3. METODOLOGIJA

Osnovni cilj rada je ispitati povezanost stresa u radnom okruženju medicinskih sestara/tehničara s kvalitetom života. Postavljeni su slijedeći podciljevi: ispitati kvalitet radnog okruženja kod medicinskih sestara-tehničara, utvrditi najčešće izvore stresa u radnom okruženju, ispitati na koji način medicinske sestre-tehničari upravljaju stresnim situacijama na radnom mjestu, ispitati uticaj stresnih situacija na zdravstveno stanje medicinskih sestara-tehničara, ispitati povezanost stresa na radnom mjestu sa kvalitom života medicinskih sestara-tehničara i utvrditi na koji način zdravstvene organizacije utiču na smanjenje stresa u radnom okruženju. Generalna pretpostavka rada glasi: Radno okruženje i sadržaj posla medicinskih sestara-tehničara uzrokuje stres koji se odražava na ukupan kvalitet života. Istraživanje je provedeno među medicinskim sestrama-tehničarima sa područja Federacije Bosne i Hercegovine. Ispitanici su odabrani metodom slučajnog izbora. U istraživanju je učestvovalo 139 medicinskih sestara tehničara zaposlenih u javnom i privatnom sektoru zdravstva. Period istraživanja je bio od 01.02-29.02.2024.g. Istraživanje je kvantitativno, deskriptivno, presiječno i komparativno. Istraživanje je provedeno putem autorskog upitnika kreiranog na osnovu pregleda stručne i naučne literature, a koji sadrži 27 pitanja. Jedan dio pitanja koji se odnosi na ispitivanje kvalitete života je modificiran iz standardiziranog upitnika - Evropskog anketnog upitnika SF-36 za longitudinalna istraživanja samoprocjene zdravstvenog stanja ispitanika povezanog sa kvalitetom života. Upitnik je konstruiran u elektronskom programu „Google forms“. Kriteriji za uključivanje: istraživanjem je obuhvatilo medicinske sestre-tehničare stalno zaposlene u javnim i privatnim zdravstvenim ustanovama koje imaju radni staž u zdravstvu duži od 5 godina. Distribucija kvantitativnih varijabli testirana je na normalnost Kolmogorov-Smirnov testom. Raspodjela varijabli nije odstupala od normalne te su podaci prezentirani kao aritmetičke sredine i standardne devijacije. Pri utvrđivanju uticaja korišten je Spearmanov koeficijentom korelacije ranga. Mogućnost pogreške prihvatila se pri $\alpha<0,05$ te su razlike između grupa bile prihvaćene kao statistički značajne za vrijednosti $p<0,05$. P vrijednosti koje se nisu mogle iskazati do najviše tri decimalna mjesta, prikazane su kao $P<0,001$. Za statističku analizu dobivenih podataka korišten je

programski paket IBM Statistics SPSS for Windows (ver. 23.0, SPSS Inc, Chicago, Illinois, SAD) i Microsoft Excell (ver Office 2021, Microsoft Corporation, Redmond, WA, SAD).

4. REZULTATI

Istraživanje je obuhvatilo ukupno 139 medicinskih sestara-tehničara u 16 zdravstvenih ustanova, koji rade na svim nivoima zdravstvene zaštite na području Federacije Bosne i Hercegovine, koji su popunili online obrazac Google forms u periodu od 01.02. do 29.02.2024. godine. Prema ustanovama, najveći broj ispitanika je zaposlen u Kliničkom Centru univerziteta u Sarajevu 56 ili 40,3%, nakon kojih slijede ispitanici zaposleni u JUKB "Dr Safet Mujić" Mostar u 31 ili 22,3% i JU domovima zdravlja KS u 15 ili 10,8%.

Tabela 1. Pregled dobi i stručne spreme ispitanika

		N	%
Spol	Muški	19	13,7
	Ženski	120	86,3
Dob	18-25 god.	8	5,8
	26-36 god.	16	11,5
	37-45 god.	47	33,8
	46-55 god.	56	40,3
	56-65 god.	12	8,6
Stručna sprema	SSS	55	39,6
	VŠS	7	5,0
	VSS	57	41,0
	Magistar, doktor, profesor	20	14,4
Ukupno		139	100,0

U odnosu na spolnu strukturu zabilježen je znatno veći broj žena 120 ili 86,3% u odnosu na 19 ili 13,7% muškaraca. Prema dobi, najveći broj ispitanika je u dobi od 46-55 godina 40,3% ili 37-45 godina 33,8%. U odnosu na školsku spremu, najveći broj ispitanika je sa VSS – 41,0%, nakon kojih slijede ispitanici sa SSS – 39,6%, magistri, profesori ili doktori - 14,4%, te 5,0% ispitanika sa VŠS.

Tabela 2. Pregled porodičnog statusa ispitanika

		N	%
Porodični status	Živim sam-a	5	3,6
	Živim sa roditeljima	13	9,4
	Živim sa bračnim drugom	21	15,1
	Živim za bračnim partnerom i djecom	88	63,3
	Živim u vanbračnoj zajednici	2	1,4
	Samohrani sam roditelj	10	7,2
Broj djrce	Nemam djece	20	14,4
	Jedno	30	21,6
	Dvoje	71	51,1
	Troje	16	11,5
	Četvero i više	2	1,4
Ukupno		139	100,0

Najveći broj ispitanika žive sa bračnim partnerom i djecom u 88 ili 63,3% slučajeva, zatim sa bračnim drugom u 21 ili 15,1%, te sa roditeljima u 13 ili 9,4%. U odnosu na broj djece, najveći broj ispitanika ima dvoje djece u 71 ili 51,1%, zatim jedno dijete u 30 ili 21,6% slučajeva.

Tabela 3. Pregled trajanja radnog staža ispitanika

		N	%
Godine radnog staža	0-10 godina	29	20,9
	11-20 godina	31	22,3
	21-30 godina	60	43,2
	Više od 30 god.	19	13,7
	Ukupno	139	100,0

Najveći broj ispitanika ima trajanje radnog staža od 21 do 30 godina u 60 ili 43,2% slučajeva. Kod analize života ispitanika, ispitivani su sljedeći faktori: fizičko funkcionisanje, problemi u svakodnevnom životu zbog fizičkih teškoća, problemi u svakodnevnom životu zbog tjelesnih bolova, problemi u svakodnevnom životu zbog emocionalnih problema, ocjena trenutnog fizičkog zdravlja, ocjena trenutnog mentalnog zdravlja, ocjena kvaliteta socijalnih kontakata i ocjena ukupnog kvaliteta života. Prosječna ocjena fizičkog funkcionisanja ispitanika na skali od 1 do 10 je iznosila 6,75±2,54, uz najnižu ocjenu 1, te najvišu 10, a što odgovara dobrom stepenu fizičkog funkcionisanja. Prosječna ocjena ograničenja zbog fizičkih poteškoća ispitanika na skali od 1 do 10 je iznosila 3,54±1,23, uz najnižu ocjenu 1, te najvišu 10, a što odgovara

niskom prisustvu problema. Prosječna ocjena ograničenja zbog fizičkih bolova ispitanika na skali od 1 do 10 je iznosila 4,52±1,74, uz najnižu ocjenu 1, te najvišu 10, a što odgovara srednjem prisustvu problema. Prosječna ocjena problema u svakodnevnom životu zbog emocionalnih problema na skali od 1 do 10 je iznosila 4,63±2,78, uz najnižu ocjenu 1, te najvišu 10, a što odgovara srednjem prisustvu problema. Prosječna ocjena fizičkog zdravlja na skali od 1 do 10 je iznosila 7,52±2,65, uz najnižu ocjenu 1, te najvišu 10, a što odgovara dobrom fizičkom zdravlju. Prosječna ocjena trenutnog mentalnog zdravlja na skali od 1 do 10 je iznosila 6,52±1,58, uz najnižu ocjenu 1, te najvišu 10, a što odgovara prosječnoj ocjeni mentalnog zdravlja. Prosječna ocjena socijalnih kontakata na skali od 1 do 10 je iznosila 5,32±0,74 , uz najnižu ocjenu 1, te najvišu 10, a što odgovara prosječnom socijalnom funkcionisanju. Prosječna ocjena ukupnog kvaliteta života na skali od 1 do 10 je iznosila 6,42±1,73, uz najnižu ocjenu 1, te najvišu 10, a što odgovara prosječnoj ocjeni ukupnog kvaliteta života.

Tabela 4. Korelaciona analiza uticaja faktora radnog okruženja na nivo percipiranog stresa

Varijable radnog okruženja	Nivo percipiranog stresa	
	ro	p
Da li vam nedostaje vrijeme za porodicu	0,245	0,0001
Tehnička opremljenost	-0,032	0,574
Odnos podređenih i nadređenih	-0,352	0,0001
Timski rad	-0,247	0,0001
Kvalitet radne sredine	-0,274	0,0001
Visina mjesečnih primanja	-0,025	0,682
Prisustvo konfliktnih situacija na poslu	0,284	0,0001
Razmišljanje o poslu za vrijeme odmora	0,013	0,854
Želja za promjenom radnog mjesta	0,741	0,0001

Korelaciona analiza faktora radnog okruženja na nivo percipiranog stresa pokazuje statistički signifikantan pozitivan uticaj na nivo percipiranog stresa u smislu povećanja kod ispitanika kojima nedostaje vrijeme za porodicu, te koji

imaju želju za promjenom radnog mjesta ili imaju prisutne konfliktne situacije na poslu. Negativan uticaj u smislu smanjenja percipiranog stresa postoji kod ispitanika koji su zadovoljni odnosom podređenih i nadređenih, timskim radom, kvalitetom radne sredine. Sama visina mjesečnih primanja, tehnička opremljenost i razmišljanje o poslu za vrijeme odmora nisu pokazali statistički značajan uticaj.

Tabela 5. Korelaciona analiza uticaja nivoa percipiranog stresa na kvalitetu života

Dimanzije kvaliteta života	Nivo percipiranog stresa	
	ro	p
Fizičko funkcionisanje	-0,283	0,0001
Problemi zbog fizičkih teškoća	0,374	0,0001
Problemi zbog tjelesnih bolova	0,421	0,0001
Problemi zbog emocionalnih problema	0,147	0,742
Fizičko zdravlje	-0,126	0,524
Mentalno zdravlje	-0,547	0,0001
Kvalitet socijalnih kontakata	-0,357	0,0001
Ukupni kvalitet života	-0,426	0,0001

Korelaciona analiza između nivoa percipiranog stresa i dimanzija kvaliteta života pokazuje da statistički signifkantan uticaj na kvalitet života percipirani nivo stresa pokazuje prema skoro svim dimenzijama osim problema zbog emocionalnih problema i fizičko zdravlje.

Na sve ostale dimenzije stres pokazuje statistički značajan uticaj i to negativan u smislu da viši nivo percipiranog stresa vodi ka smanjenju fizičkog funkcioniranja, mentalnog zdravlja, kvaliteta socijalnih kontakata, te nižeg ukupnog kvaliteta života.

Pozitivna korelacija je zabilježena prema problemima zbog fizičkih poteškoća, problemima zbog tjelesnih bolova u smislu da ispitanici koji pokazuju viši nivo percipiranog stresa češće navode veće probleme.

5. ZAKLJUČAK

Temeljem provedenog istraživanja moguće je zaključiti sljedeće:

- Utvrđeno je da je stres na radnom mjestu prisutan kod medicinskih sestara tehničara, te da se isti odražava na ukupan kvalitet života. Medicinske sestre/tehničari koji navode viši nivo stresa na radnom mjestu pokazuju i niži iskazani kvalitet života na svim ispitivanim aspektima.
- Loša organizacija posla, preveliki broj radnih zadataka i nedistatak stručnih kompetencija pokazuju uticaj na ispoljavanje višeg nivoa stresa kod medicisnkih sestara/tehničara. Nivo obrazvanja medicinskih sestara/tehničara ima značajnu pozitivnu povezanost sa nivoom percipirag stresa, u smislu da ispitanici sa višim stepenom obrazovanja pokazuju viši nivo percipiranog stresa.
- Kao najčešće načine za smanjenje stresa, ispitanici navode omogućavanje da osoblje na radnom mjestu rasporedi svoje zadatke i obaveze, te omogućavanje interne zamjene među zaposlenicima u procesu rada – zamjena smjena.

LITERATURA

1. Ačkar, A. Radni stres kao posljedica organizacijskih sukoba. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb. 2022.
2. Adlešić, R. Važnost menadžerskih vještina u sestrinstvu. Završni rad. Sveučilište Sjever. Varaždin. 2020.
3. Durbek, M. Stres i suočavanje sa teškim i neugodnim situacijama. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb. 2016.
4. Ekić, S. Profesionalni stres kod medicinskih sestara i tehničara. Stručni rad. Klinička bolnica Dubrava. Zagreb. 2016.
5. Krištofić, J. Stres i izgaranje na poslu u sestrinstvu Opće bolnice. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Osijek. 2018.
6. Lu S, Wei F, Li G. The evolution of the concept of stress and the framework of the stress system. Cell Stress. 2021 Apr 26;5(6):76-85. doi: 10.15698/cst2021.06.250. PMID: 34124582; PMCID: PMC8166217.
7. Malešević, D. Veštine upravljanja stresom i sprečavanje sagorevanja na poslu. Visoka škola strukovnih studija za obrazovanje vaspitača u Kikindi. Kikinda. 2020.
8. Marčinko, D., i suradnici. Stres u kliničkoj medicini – biologijski, psihodinamski i socijalni faktori. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb. 2021.

9. Rochette L, Dogon G, Vergely C. Stress: Eight Decades after Its Definition by Hans Selye: "Stress Is the Spice of Life". Brain Sci. 2023 Feb 12;13(2):310. doi: 10.3390/brainsci13020310. PMID: 36831853; PMCID: PMC9954077.
10. Višnjić – Junaković, N. Izloženost stresu medicinskih sestara i tehničara na Odjelu objedinjenog hitnog bolničkog prijema OB Šibenik. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb. 2018.
11. Vlahović, D. Evaluacija zadovoljstva rada zdravstvenog radnika u javnom i privatnom sektoru zdravstvene zaštite u Kantonu Sarajevo. Magistarski rad. Univerzitet u Travniku. Travnik. 2021.
12. Vučković, L. Utjecaj profesionalnog stresa na kvalitetu života medicinskih sestara. Diplomski rad. Sveučilište u Splitu. Split. 2019.

INŽENJERSKI PRISTUP AUTOMATIZACIJI INDUSTRIJSKOG STROJA ZA PROIZVODNJU HRANE

AN ENGINEERING APPROACH TO THE AUTOMATION OF AN INDUSTRIAL FOOD PROCESSING MACHINE

Stručni rad/ Professional paper

Tihomir Glatki, mag. ing. el.*
Goran Benkek, mag. ing. el.*
Elizabet Hedl, mag. ing. el.*
Ivan Ćuk, student *

Sažetak

Ovaj stručni članak prikazuje modernizaciju zastarjelog stroja za proizvodnju hrane kroz projektiranje i implementaciju sustava automatizacije temeljenog na Siemens PLC-u i HMI sučelju. Polazišna točka rada je analiza postojećeg ručnog sustava upravljanja, koji zbog starosti i neujednačenih nadogradnji, više ne zadovoljava industrijske potrebe 21. stoljeća. Nakon tehničke analize definirani su funkcionalni zahtjevi, izrađena nova električna shema te je odabrana suvremena industrijska oprema za izradu elektroormara i automatizaciju. Rad sadrži detaljan popis korištenih komponenti, kao i osvrt na izazove tijekom integracije sustava. Opisana rješenja pridonose učinkovitijem, sigurnijem i kontroliranijem vođenju procesa proizvodnje.

Ključne riječi: *stroj za proizvodnju hrane, automatizacija, PLC, HMI, elektroormar, Siemens, modernizacija*

Abstract

This professional article presents the modernization of an outdated food production machine by designing and implementing an automation system based on Siemens PLC and HMI technology. The starting point is an analysis of the manually controlled system, which, due to its age and inconsistent upgrades, no

* Veleučilište u Bjelovaru, e-mail: tglatki@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, e-mail: gbenkek@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, e-mail: ehedl@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, e-mail: icuk@vub.hr

longer meets the standards of 21st-century industrial production. After a technical assessment, functional requirements were defined, a new electrical schematic was created, and appropriate industrial components were selected for the construction of the control cabinet and automation system. The paper includes a detailed list of the used equipment and reflects on the challenges encountered during system integration. The proposed solution contributes to a more efficient, safer, and better-controlled production process.

***Keywords**: food processing machine, automation, PLC, HMI, control cabinet, Siemens, modernization*

1. UVOD

U uvodnom dijelu ovog rada analiziran je značaj automatizacije u kontekstu prehrambene industrije. Automatizirani sustavi imaju ključnu ulogu u modernim proizvodnim procesima jer omogućuju smanjenje ovisnosti o operateru, povećanje brzine obrade te postizanje veće točnosti i ponovljivosti procesa. Povod za izradu projekta bila je potreba za modernizacijom zastarjelog industrijskog stroja namijenjenog obradi prehrambene mase, koji je do tada imao vrlo ograničenu razinu upravljanja. Uvođenjem automatizacije omogućeno je praćenje suvremenih trendova u industrijskoj proizvodnji i upravljanju procesima bez izravne intervencije čovjeka.

Projektom se predviđa primjena programirljivih logičkih kontrolera i računalnih sustava upravljanja, čime se postiže veća učinkovitost, smanjuju operativni troškovi i podiže kvaliteta krajnjeg proizvoda. Automatizacija također doprinosi smanjenju mogućnosti ljudske pogreške i povećava razinu sigurnosti rada. (Glatki, 2021.). Uspješna realizacija ovakvog projekta zahtijeva temeljito poznavanje karakteristika vodiča, elektrotehničkih komponenti, kao i opreme potrebne za projektiranje i izradu elektroormara. Osim tehničke izvedbe, nužno je i poznavanje strukture i arhitekture PLC sustava, te sposobnost njihovog programiranja. Nakon faze projektiranja i izrade elektroormara, razvija se upravljački program za stroj, nakon čega slijedi izrada vizualizacijskog sučelja putem HMI sustava. Ovim se projektom detaljno prikazuje cjelokupan postupak projektiranja i implementacije automatiziranog industrijskog sustava.

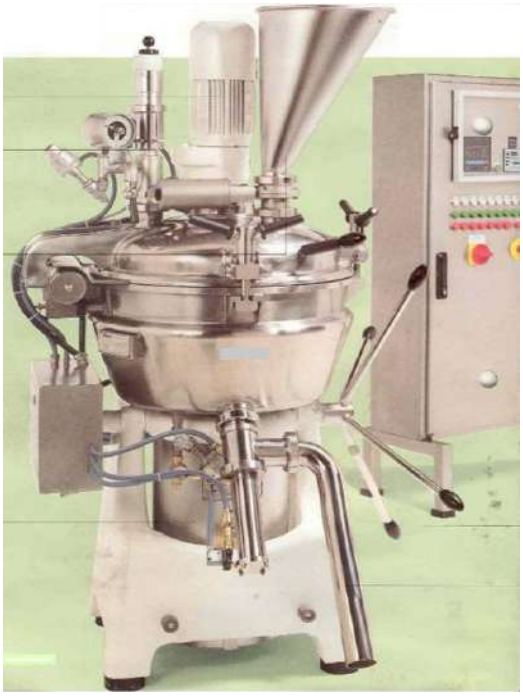
Rad je strukturiran na sljedeći način. U poglavlju 2 dan je tehnički opis stroja i procesa proizvodnje. Unapređenje stroja za proizvodnju hrane prikazano je u poglavlju 3. Poglavlje 4 opisuje korištenu opremu za potrebe automatizacije stroja za proizvodnju hrane. Zahtjevi, usklađenost s normama i sigurnosni

aspekti sustava automatizacije stroja za proizvodnju hrane dan je u poglavlju 5. Poglavlje 6 opisuje praktičnu realizaciju automatizacije industrijskog stroja. Kratki zaključak dan je u poglavlju 7.

2. TEHNIČKI OPIS STROJA I PROCES PROIZVODNJE

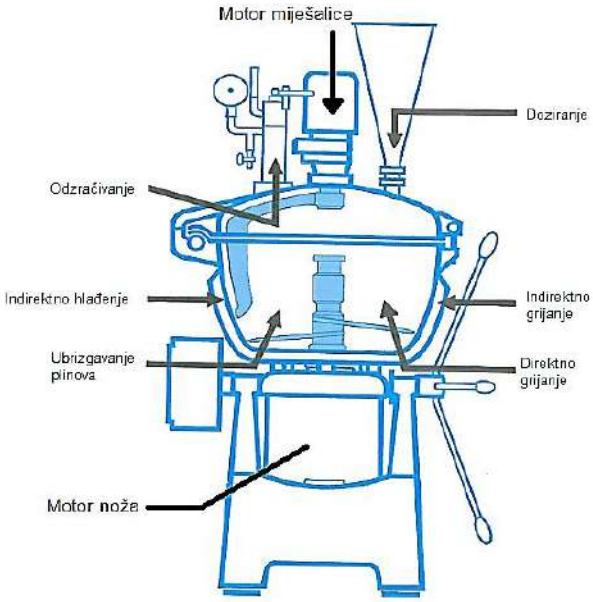
Stroj koji je predmet automatizacije namijenjen je primjeni u prehrambenoj industriji, konkretno u procesu proizvodnje prehrambenih proizvoda. Konstrukcijski se sastoji od više međusobno povezanih funkcionalnih sklopova, koji zajedno omogućuju miješanje, usitnjavanje, grijanje, hlađenje i vakuumiranje prehrambene mase.

Osnovni dijelovi stroja uključuju kućište s nosivim elementima, motor miješalice s pripadajućom miješalicom, motor noža s mogućnošću rada pri dvjema različitim brzinama vrtnje, vakuum pumpu, spremnik s duplom stijenkom i poklopcem, pneumatski upravljane ventile, ručicu za zatvaranje i naginjanje spremnika, spojni ormarić za dovod zraka i električne kabele, spojna crijeva za paru i ledenu vodu, spojna crijeva za zrak, manometar, induktivni i mehanički prekidač. Primjer jednog takvog stroja za proizvodnju hrane prikazan je na slici 1.



Slika 1. Stroj u proizvodnji hrane [1]

Pneumatski ventili funkcioniraju kao on/off upravljački elementi za dovod pare, ledene vode, vakuumiranje i ispuštanje topljene mase. Motor noža omogućuje usitnjavanje sirovine do željene granulacije, a različite brzine vrtnje omogućuju prilagodbu ovisno o vrsti sirovine.
Motor miješalice koristi se za homogeno miješanje sastojaka, čime se postiže kompaktna masa pogodna za daljnju obradu. Grijanje mase obavlja se neizravno, putem pare koja zagrijava vanjski plašt spremnika.
Hlađenje se provodi pomoću ledene vode koja prolazi kroz isti sustav. U određenim fazama procesa koristi se vakuum pumpa, kojom se osigurava vakuumiranje mase, čime se poboljšavaju tekstura i kvaliteta finalnog proizvoda. Osnovni dijelovi stroja u proizvodnji hrane prikazani su na slici 2. Tehničke karakteristike predmetnog stroja u proizvodnji hrane prikazane su u tablici 1 (Stephan Machinery, n.d.).



Slika 2. Osnovni dijelovi stroja u proizvodnji hrane [1]

Tabela 1. Tehničke karakteristike stroja u proizvodnji hrane [1]

Tehničke karakteristike	**Jedinica**	**Stephan**
Kapacitet spremnika	litara	80
Širina x dubina x visina	cm	100x105x166
Težina	kg	591
Motor noža 1500/3000 okr/min	kW	20/25
Motor miješalice	kW	1,5
Zaštitni osigurač 380/230 V	A	80/120

Priključak pare		3/4“
Potrošnja pare/h, pri tlaku od 3,5 bar	kg	120
Maksimalna dopuštena temperatura	°C	130
Vakuum pumpa	m^3/h	13
Maksimalni dozvoljeni tlak	bar	10

3. UNAPREĐENJE STROJA ZA PROIZVODNJU HRANE

Stroj korišten u prehrambenoj industriji upravljan je putem komandnog pulta na kojem se nalaze tipkala, upravljačke sklopke i signalne svjetiljke. Energetski i upravljački ormar smješten ispod pulta sastoji se od releja, rastalnih osigurača i sklopnika s bimetalnim zaštitama. S obzirom na to da je stroj star približno 30 godina, većina originalnih sklopnih elemenata tijekom vremena je zamijenjena bez planiranja, isključivo prema potrebi uslijed kvarova. Time je unutar ormara nastala kombinacija različitih osigurača i sklopnika, čime je smanjena preglednost i pouzdanost sustava. Upravljanje strojem u postojećem sustavu odvija se ručno – operater uključuje i isključuje pojedine funkcije putem upravljačkih sklopki i tipkala. Proces je u potpunosti ovisan o vremenu koje operater mjeri na zidnom satu, dok redoslijed radnji poznaje napamet. Takav način rada iziskuje stalnu prisutnost operatera, znatno povećava radno opterećenje te poskupljuje proizvodni proces. S obzirom na to da ručno upravljanje više ne zadovoljava potrebe suvremene industrijske proizvodnje, nužna je modernizacija sustava. Suvremeni standardi zahtijevaju digitalizirane sustave upravljanja s automatiziranim vođenjem procesa. Osnovna ideja modernizacije uključivala je zadržavanje postojećeg komandnog ormara te nadogradnju sustava programirljivim logičkim kontrolerom i HMI zaslonom osjetljivim na dodir. Međutim, pregledom postojećih elektro komponenti utvrđeno je da elektroormar nije prikladan za integraciju s PLC uređajem i HMI zaslonom. Zbog toga je bilo nužno projektirati novi elektroormar, opremljen suvremenim elektro komponentama kompatibilnima s automatiziranim upravljanjem. U sklopu nadogradnje, na stroj su dodani novi elementi koji zadovoljavaju zahtjeve automatskog rada. Tlačna sklopka za nadzor prisutnosti radnog tlaka zraka te mjerač protoka vode za automatski nadzor dodavanja vode u spremnik. Tehnička dokumentacija postojećeg elektroormara poslužila je kao smjernica u projektiranju novog sustava. Motori i svi ispravni mehanički sklopovi ostali su originalni, jer odgovaraju tehničkim specifikacijama proizvođača stroja. Modernizirani stroj mora biti usklađen s tehničkim i sigurnosnim propisima te zadovoljiti uvjete Direktive o sigurnosti strojeva (MD) – 98/37/EC i 2006/42/EC (Europska direktiva, 2006.). Prije početka

projektiranja novog elektroormara, bilo je potrebno izraditi popis potrebnih elektro komponenata i popis dijelova stroja koje je nužno zamijeniti ili nadograditi kako bi se osigurala potpuna funkcionalnost automatiziranog sustava.

4. OPREMA KORIŠTENA U SUSTAVU AUTOMATIZACIJE STROJA ZA PROIZVODNJU HRANE

Projektiranje sustava započelo je izradom detaljnog popisa potrebne opreme, na temelju kojeg je izrađena elektro shema u programskom paketu AutoCAD Electrical. Projekt je bio podijeljen u dva osnovna dijela: energetski i upravljački. Energetski dio obuhvaćao je napajanje, zaštitu i pogon elektromotornih potrošača, dok se upravljački dio odnosio na PLC uređaj, ulazno-izlazne module, pomoćne releje i napojni sustav upravljačke elektronike. Svi vodiči, redne stezaljke, osigurači i ostali elementi precizno su specificirani i označeni u skladu s europskim tehničkim normama. Prije same izrade elektro sheme bilo je potrebno definirati sve komponente koje će se koristiti u sklopu modernizacije prehrambenog stroja. Na temelju tog popisa, uz uvažavanje postojećih i novo ugrađenih funkcionalnosti, izrađena je detaljna elektro shema sustava. Elektroenergetski dio novog ormara sadržavao je motorne zaštitne sklopke, automatske osigurače, energetske sklopnike, relej za nadzor faza, ispravljač napona te redne stezaljke namijenjene distribuciji napajanja (Schrack Technik, 2021b). Upravljački dio uključivao je PLC uređaj sa svim pripadajućim modulima, pomoćne kontakte i releje, kao i upravljačke priključke povezane na redne stezaljke. Oprema korištena u izradi automatiziranog sustava podijeljena je funkcionalno na upravljački i izvršni dio. Upravljački dio obuhvaća PLC sustav i sve prateće module, dok izvršni dio uključuje motor noža, motor miješalice, vakuum pumpu, signalno svjetlo i mjerač protoka vode. Popis dodane opreme korištene u automatizaciji stroja prikazan je u tablici 2. U tablici 3 naveden je popis odabrane elektroopreme korištene za izradu novog elektroormara.

Tabela 2. Dodatna oprema korištena u automatizaciji stroja [5], [6], [7], [8]

Popis dodatno ugrađenih dijelova		
Tlačna sklopka	kom	1
Ventil Burket 3/4" kosi	kom	3
Induktivni senzor Turck	kom	1
Mehanički prekidač	kom	1
Mjerač protoka Danfoss	kom	1

Univerzalni ventilski blok Festo	kom	1

Tabela 3. Popis opreme korištene u izradi elektroormara [11], [12], [13], [14], [15]

Šifra proizvoda	Naziv	Proizvođač	Količina
IN8E2337	Grebenasta sklopka, (glavna, crveno /žuta),0-1/3P/63 A	Schrack	1
BM018102	Zaštitni prekidač, B karakteristika, 2 A, 1-polni, 10 kA	Schrack	2
BM018104	Zaštitni prekidač, B karakteristika, 4 A, 1-polni, 10 kA	Schrack	2
BM018106	Zaštitni prekidač, B karakteristika, 6 A, 1-polni, 10 kA	Schrack	2
BM018110	Zaštitni prekidač, B karakteristika, 10 A, 1-polni, 10 kA	Schrack	1
IKB04035	Distribucijski blok, 4P, 125 A	Schrack	1
BM900001	Pomoćni kontakt, 5-250V AC, 6 A, 1 N/O + 1 N/C	Schrack	2
BES00320	Motorna zaštitna sklopka, 3 polna, 2,20 - 3,20 A, vel. S0	Schrack	2
BES36300	Motorna zaštitna sklopka, 3 polna, 45,0 - 63,0 A, vel. S3	Schrack	2
BEZ00003	Pomoćni kontakt za MZS vel.00/0/2/3, prednja montaža	Schrack	4
LSDD0715	Sklopnik vel.00 | 3kW/400V | 1 N/O | 24VDC	Schrack	3
LSZDD222	Blok pomoćnih kontakata za sklopnike vel.00, 2N/O+2N/C	Schrack	3
LSD36535	Sklopnik vel.3 | 30 kW/400 V | 24VDC	Schrack	3
LSZ0D131F	Blok pomoćnih kontakata za vel. 0-12, 3N/O+1N/C	Schrack	3
LSZ0D002	Spojnica motorke BES0 i i sklopnika vel.0 / za AC	Schrack	3
LSZ3D004	Spojnica motorke BES3 vel.3 i sklopnika vel.3 / za AC	Schrack	
ST3P3LC4	SNR relej, komplet 1 C/O, 6A, 24VDC, vijčani priključak	Schrack	30
MM205311	Bazni modul za signalnu svjetiljku,	Schrack	1

	stezaljke sa vijcima		
MM205313	Modul signalne svjetiljke, trajno crveno svjetlo	Schrack	1
MM205314	Modul signalne svjetiljke, trajno zeleno svjetlo	Schrack	1
MM205342	Truba sa stalnim zvukom 110-230 V AC, 90 Db	Schrack	1
MM205342	Svjetiljka sa žarnom niti 220-260V, Tip BA15D	Schrack	2
MM205345	Stalak signalne svjetiljke, 100 mm PVC	Schrack	1
MM900011	Gljiva, deblokada povlačenjem	Schrack	1
MM900009	Tipkalo plosnato, zeleno, komplet	Schrack	1
MM216376	Sklopni element, N/O (radni), prednja montaža	Schrack	2
6ES7131-4BD01-0AA0	Electronic module, 4DI, DC 24V, standard (5 pcs.)	Siemens	3
6ES7131-4BF00-0AA0	Electronics module, 8DI, 24 V DC, standard (1 unit)	Siemens	3
6ES7132-4BF00-0AA0	Electronics module, 8DO, 24 V DC/0.5A, standard (1 unit)	Siemens	3
6ES7134-4GD00-0AB0	Electronics module, 4AI, I, Standard, for 2-wire	Siemens	1
6ES7135-4GB01-0AB0	Electronic module, 2AO, I	Siemens	1
6ES7138-4CA01-0AA0	PM-E DC 24V power module for electronic modules,	Siemens	1
6ES7151-1AA04-0AB0	IM 151-1 for connecting the ET200S to PROFIBUS DP	Siemens	1
6ES7193-4CA40-0AA0	Universal terminal module; screw connection (5 pcs.)	Siemens	5
6ES7193-4CB20-0AA0	Terminal mod. with add. terminals; screw connection	Siemens	5
6ES7193-4CD20-0AA0	Terminal module for AUX1 supply; screw connection	Siemens	1
6ES7315-2EH14-0AB0	CPU 315-2 PN/DP	Siemens	1
6AV2 124-0MC01-0AX0	TPI 1200 Comfort	Siemens	1

5. ZAHTJEVI, USKLAĐENOST S NORMAMA I SIGURNOSNI ASPEKTI

Tijekom projektiranja sustava automatizacije za stroj u prehrambenoj industriji, posebna pažnja posvećena je usklađenosti s važećim europskim direktivama i sigurnosnim normama. Automatizirani sustavi u ovom sektoru moraju zadovoljiti zahtjeve ne samo tehničke funkcionalnosti, već i sigurnosti strojeva, zaštite korisnika te sanitarnih standarda u proizvodnom okruženju. Projektirani sustav u potpunosti je usklađen s Direktivom o sigurnosti strojeva (2006/42/EC) i razvijen u skladu s načelima sustava upravljanja higijenom hrane (Europska komisija, 2006.). Uzimajući u obzir sigurnosne aspekte industrijskih aplikacija, dodatno su primijenjene tehničke smjernice iz normi EN ISO 13849-1, koje se odnose na sigurnosne funkcije dijelova upravljačkog sustava, te EN 60204-1, koja regulira električnu opremu strojeva (Hrvatski zavod za norme, 2023.). Sustav uključuje niz sigurnosnih komponenti koje doprinose pouzdanosti i zaštiti tijekom rada. Među njima su tlačna sklopka koja onemogućuje pokretanje sustava u odsutnosti radnog medija, mjerač protoka vode koji precizno upravlja doziranjem, te tipkalo za hitno zaustavljanje, izrađeno prema ergonomskim zahtjevima i pozicionirano na lako dostupno mjesto. Vizualni i zvučni signalni elementi osiguravaju stalno informiranje operatera o statusu sustava i mogućim greškama. U svrhu zaštite električne opreme i korisnika primijenjene su prenaponske zaštite i diferencijalne sklopke, a svi korišteni materijali – uključujući nehrđajući čelik, vodootporna kućišta i glatke površine – odabrani su u skladu sa sanitarnim i higijenskim zahtjevima prehrambene industrije. Unutrašnjost elektroormara organizirana je prema principima lakoće održavanja. Svi priključci, alati i stezaljke pažljivo su označeni i numerirani radi brže identifikacije i jednostavnijeg servisiranja. Osim implementacije fizičkih sigurnosnih mjera, proveden je i test funkcionalne sigurnosti, uključujući simulaciju gubitka napajanja, prekida signala senzora i zastoja motora. Time je analizirano ponašanje sustava u uvjetima greške, čime je potvrđena njegova robusnost i otpornost na neželjene situacije. Sigurnost je bila vodeće načelo u svim fazama razvoja – od izrade elektro sheme i odabira opreme, preko programiranja PLC-a, do izrade HMI sučelja. Konačan cilj bio je osigurati da sustav ne predstavlja nikakav rizik za korisnika te da u potpunosti zadovoljava zakonske, tehničke i higijenske uvjete za primjenu u prehrambenoj industriji. Nakon što su definirani svi tehnički i sigurnosni zahtjevi, pristupilo se praktičnoj realizaciji sustava.

6. TEHNIČKA REALIZACIJA AUTOMATIZACIJE STROJA ZA PROIZVODNJU HRANE

U cilju zadovoljavanja funkcionalnih, sigurnosnih i normativnih zahtjeva definiranih u prethodnim poglavljima, provedena je cjelovita tehnička realizacija automatizacije stroja. Projekt se sastojao od tri ključne faze: izrade projektne dokumentacije, izrade elektroormara i razvoja programskog sustava upravljanja.

U prvoj fazi izrađena je nova elektro shema u softverskom paketu AutoCAD Electrical (Prior inženjering, 2021.). Na temelju popisa opreme i tehničkih specifikacija, definirani su svi elementi energetskog i upravljačkog dijela sustava, uključujući raspored PLC modula, napajanja, zaštita, aktuatora i ulazno-izlaznih jedinica.

U drugoj fazi izrađen je novi elektroormar opremljen komponentama koje zadovoljavaju sve tehničke i sanitarne zahtjeve prehrambene industrije. Ormar uključuje Siemens PLC sustav serije S7-300, ET200S IO module, industrijsko napajanje 24 V DC, motorne zaštite, sklopnike, releje i sigurnosne prekidače. Posebna pažnja je posvećena optimalnom rasporedu, označavanju i dostupnosti elemenata, radi lakšeg održavanja i smanjenja mogućnosti pogreške.

U završnoj fazi izrađen je programski kod u TIA Portal razvojnom okruženju. Implementiran je glavni algoritam za automatsko vođenje procesa topljenja mase, program za pranje i dezinfekciju kotla, te pripadajuće HMI sučelje na Simatic TP1200 Comfort panelu (Siemens Industry, 2021c.). HMI omogućuje izbor načina rada (ručni ili automatski), unos parametara procesa, alarmne funkcije i vizualni nadzor. Cjelokupan sustav testiran je simulacijom scenarija greške (nestanak tlaka, prekid napajanja, greške senzora), čime je potvrđena stabilnost i sigurnost u stvarnim uvjetima rada.

Cjelokupna tehnička implementacija vođena je prema načelima dobre inženjerske prakse i u skladu s europskim normama za sigurnost strojeva i industrijsku automatizaciju.

7. ZAKLJUČAK

Ovaj stručni članak prikazuje cjelovit pristup modernizaciji stroja za proizvodnju hrane kroz nadogradnju sustava upravljanja temeljenog na PLC tehnologiji. Analizom postojećeg stanja utvrđeno je da izvorni elektrosustav ne zadovoljava tehničke i sigurnosne zahtjeve suvremene industrije. Potpuna rekonstrukcija upravljačkog sustava omogućila je izradu novog elektroormara i integraciju naprednih upravljačkih komponenti, uključujući Siemens PLC, HMI

zaslon i senzorsku opremu. Kroz detaljan popis korištene opreme i planiranu izradu energetske i upravljačke sheme osigurana je funkcionalnost i sigurnost novog sustava. Novi način upravljanja omogućava smanjenje ljudske pogreške, ujednačenu kvalitetu proizvoda i bolju kontrolu nad cijelim procesom. Automatizacija ne samo da produžuje životni vijek stroja, već ga čini konkurentnim i primjenjivim u suvremenim proizvodnim okruženjima. Opisani pristup može poslužiti kao model za slične projekte modernizacije zastarjele opreme u industrijskim pogonima, osobito onima koji djeluju u prehrambenom sektoru. Daljnji razvoj uključuje praćenje performansi sustava, nadogradnju softverskih rješenja te suradnju s tehnolozima radi optimizacije procesa.

LITERATURA

1. Burkert, 2021. *Fluid Control System Type 2000*. [online] Dostupno na: https://www.burkert.com/en/type/2000
2. Europska komisija, 2006. *Direktiva 2006/42/EZ o sigurnosti strojeva*. [online] Dostupno na: https://eur-lex.europa.eu/HR/legal-content/summary/machinery-safety.html
3. Festo, 2021. *Univerzalni ventilski blokovi*. [online] Dostupno na: https://www.festo.com/cat/sr_rs/products_VI_UNIV
4. Flowline, 2021. *Magflo elektromagnetski mjerač protoka za kemikalije – MAG 1100*. [online] Dostupno na: https://www.flowline.co.uk/products/magflo-electromagnetic-flowmeter-for-chemicals-mag-1100.html
5. Glatki, T. (2021). *Automatizacija stroja za proizvodnju hrane*. Diplomski rad. Tehničko Veleučilište u Zagrebu. [PDF] Dostupno: kod autora.
6. HZN – Hrvatski zavod za norme, 2023. *HRN EN ISO 13849-1:2023 – Sigurnost strojeva – Dijelovi sustava upravljanja povezani sa sigurnošću*. [online] Dostupno na: https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+ISO+13849-1%3A2023
7. Prior inženjering, 2021. *AutoCAD programi*. [online] Dostupno na: https://www.prior.hr/programi/autocad/
8. Schrack Technik, 2021a. *Digitalni alati*. [online] Dostupno na: https://www.schrack.hr/digitalni-alati
9. Schrack Technik, 2021b. *Katalog proizvoda: sklopnici, releji, sklopke, osigurači*. [online] Dostupno na: https://www.schrack.hr/
10. Schrack Technik, 2021c. *Pomoćni kontakt BE082882*. [online] Dostupno na: https://www.schrack.hr/.../pomocni-kontakt-be082882.html

11. Siemens Industry, 2021a. *SIMATIC IM151-1 sučelje*. [online] Dostupno na: https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7151-1BA02-0AB0
12. Siemens Industry, 2021b. *SIMATIC priključni modul 6ES7193-4CB20-0AA0*. [online] Dostupno na: https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7193-4CB20-0AA0
13. Siemens Industry, 2021c. *SIMATIC Comfort Panel TP1200*. [online] Dostupno na: https://www.automation24.biz/simatic-comfort-panel-siemens-tp1200-comfort-6av2124-0mc01-0ax0
14. Stephan Machinery. *Tehnička dokumentacija Stephan UMMSK: Stephan UMM/SK Mixer Brošura*. [PDF] Interni dokument. Dostupno: kod autora.
15. Turck, 2021. *Induktivni senzor – tehnički list (edb_1581901_gbr_en)*. [online] Dostupno na: https://www.turck.de/datasheet/_en/edb_1581901_gbr_en.pdf

PROJEKTIRANJE I IZRADA RAZVODNOG ELEKTROORMARA ZA INDUSTRIJSKI POGON

DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN ELECTRICAL CONTROL CABINET FOR AN INDUSTRIAL PLANT

Stručni rad/ Professional paper

Tihomir Glatki, mag. ing. el.*

***Goran Benkek, mag. ing. el.** *

Elizabeth Hedl, mag. ing. el.*

***Jan Hnatek, student** **

Sažetak

U radu je prikazano projektiranje i izrada razvodnog elektroormara za potrebe industrijskog proizvodnog pogona. Opisan je postupak koji uključuje analizu tehničkih zahtjeva, odabir odgovarajućih komponenata, izradu tehničke dokumentacije i električnih shema, kao i završnu montažu i ožičenje ormara. Poseban naglasak stavljen je na sigurnosne zahtjeve, usklađenost s važećim normama i propisima te ekonomsku učinkovitost predloženog rješenja. Rad sadrži praktičan prikaz primjene suvremenih softverskih alata AutoCAD i Schrack CAD-a te odabira industrijske opreme. Također su obuhvaćeni postupci ispitivanja, testiranja i evaluacije funkcionalnosti izrađenog sustava.

Ključne riječi: *razvodni ormar, projektiranje, elektroinstalacije*

Abstract

This paper presents the design and construction of an electrical control cabinet for the needs of an industrial production facility. The described process includes the analysis of technical requirements, selection of appropriate components, preparation of technical documentation and electrical schematics, as well as the final assembly and wiring of the cabinet. Special emphasis is placed on safety requirements, compliance with applicable standards and regulations, and the

* Veleučilište u Bjelovaru, e-mail: tglatki@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, e-mail: gbenkek@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, e-mail: ehedl@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, e-mail: jhnatek@vub.hr

cost-effectiveness of the proposed solution. The paper provides a practical overview of the application of modern software tools such as AutoCAD and Schrack CAD, as well as the selection of industrial equipment. The procedures for inspection, testing, and functional evaluation of the completed system are also covered.

Keywords: *control cabinet, design, electrical installations*

1. UVOD

U suvremenim industrijskim postrojenjima razvodni elektroormari predstavljaju ključnu komponentu za distribuciju električne energije te nadzor i upravljanje tehnološkim procesima. Ispravno projektiran i izveden ormar osigurava sigurnost, smanjuje rizik od zastoja te omogućuje lako održavanje sustava. Ovaj rad prikazuje konkretan primjer izrade razvodnog elektroormara za potrebe proizvodnog pogona. Projekt je nastao kao odgovor na potrebe proširenja i modernizacije unutar postojeće infrastrukture. Naglasak je stavljen na preciznu pripremu, korištenje kvalitetnih komponenti te poštivanje važećih normi (Hrvatski normativni dokument, 2011.).

Rad je strukturiran na sljedeći način. U poglavlju 2 dan je opis pripreme izrade razvodnog ormara. Odabir odgovarajućih elemenata za izradu razvodnog ormara opisan je u poglavlju 3. Poglavlje 4 sadrži tehnički popis opreme i materijala odabranih za sastavljanje i osiguranje funkcionalnosti razvodnog elektroormara. Opis izrade sheme sa prikazom sheme dan je u poglavlju 5. Sama izrada razvodnog ormara opisana je u poglavlju 6. Kratki zaključak dan je u poglavlju 7.

2. PRIPREMA IZRADE RAZVODNOG ORMARA

Nakon definiranja radnog zadatka s upravom proizvodnog pogona, pristupilo se pripremi izrade razvodnog elektroormara. Prvi korak uključivao je izradu popisa svih potrošača koji će biti spojeni na ormar, s pripadajućim nazivnim strujama. Slijedila je analiza postojeće elektroinstalacije radi utvrđivanja optimalnog mjesta ulaska kabela u ormar, kao i precizno određivanje presjeka glavnog napojnog kabela namijenjenog napajanju glavne sklopke. U skladu s tehničkim zahtjevima i uz zahtjev investitora da u ormaru ostane najmanje 30 % rezerve za buduće priključke, utvrđeno je kako je nužna primjena slobodnostojećeg razvodnog ormara. Odabran je funkcionalan ormar dimenzija 2000 × 700 × 400 mm (V × Š × D). Unutarnja montažna ploča optimizirana je radi maksimalnog iskorištenja prostora. Zbog povoljnog odnosa cijene i

kvalitete te dostupne tehničke podrške, odlučeno je da se za potrebe ormara koristi oprema proizvođača Schrack. Detaljne tehničke specifikacije svih komponenti dostupne su putem službene web stranice proizvođača, što je dodatno olakšalo planiranje i odabir opreme. (Schrack Technik, 2021.) Nakon ručnog skiciranja rasporeda komponenti i njihove međusobne povezanosti, izrađena je početna konfiguracija, na temelju koje je naručena oprema. Prema tablici 1 te uzimajući u obzir napojni kabel presjeka 120 mm^2, određeno je da glavna sklopka bude nazivnog strujnog toka 250 A (Elteh portal, 2019.). U razvodnom ormaru koriste se rastavljači NH00 do 100 A i automatski osigurači C karakteristike 6, 10, 16, 20 i 25 A. Iz glavne sklopke napajanje se dovodi na bakrene sabirnice dimenzija 20 × 5 mm, koje služe kao fazni vodiči (L1, L2 i L3). Sabirnice izravno napajaju pojedine osigurače, dok je gljivasto tipkalo za hitno isključenje postavljeno na vrata ormara. U slučaju nužde, tipkalo aktivira isklop glavne sklopke. Nakon glavne sklopke, na svaku faznu sabirnicu (L1, L2, L3) ugrađeni su strujni transformatori 250/5 A, povezani s digitalnim multimetrom smještenim na prednjoj strani ormara. Ovaj instrument omogućuje kontinuirano praćenje napona i struje unutar sustava. Za sabirnicu nule i uzemljenja odabrana je bakrena sabirnica presjeka 20 x 5 mm.

Tabela 1. opteretivosti kabela prema elektrotehničkom portalu [1]

OPTERETIVOST KABELA				
Presjek mm^2	Struja Cu (A)	Osigurač Cu (A)	Struja Al (A)	Osigurač Al (A)
0,75	12	6		
1	15	10		
1,5	18	10		
2,5	26	20	20	16
4	34	25	27	20
6	44	35	35	25
10	61	50	48	35
16	82	63	64	50
25	108	80	85	63
35	135	100	105	80
50	168	125	132	100
70	207	160	163	125
95	250	200	197	160
120	292	250	230	200
150	335	250	263	200
185	382	315	301	250

240	453	400	357	315
300	504	400	409	315

3. ODABIR ODGOVARAJUĆIH ELEMENATA ZA IZRADU RAZVODNOG ORMARA

Osigurači imaju ključnu funkciju u zaštiti vodiča i električnih trošila, omogućujući siguran rad sustava prekidom strujnog kruga u slučaju preopterećenja ili kratkog spoja. Ovisno o načinu djelovanja, osigurači se dijele na rastalne i automatske. Rastali osigurači prekidaju strujni tok taljenjem umetka, dok automatski osigurači djeluju elektromagnetski ili termički, savijanjem bimetalne trake. U skladu s normama međunarodne elektrotehničke komisije (IEC) i važećim standardima, osigurači moraju biti konstruirani tako da prekid strujnog kruga nastaje unutar zatvorenog prostora, čime se smanjuje rizik od požara (Hrvatski normativni dokument, 2025.). Osim toga, moraju imati vizualni indikator stanja i biti izvedeni tako da onemogućuju zatvaranje strujnog kruga mimo osigurača, čime se postiže električna sigurnost sustava (Narodne novine, *2014.)*. Za svaki stroj priključen na razvodni ormar, osigurači su odabrani prema nazivnoj struji stroja, a podatci su uzeti s tehničke pločice uređaja. Tako se osigurava optimalna zaštita i pouzdan rad. U slučajevima kada priključnice nemaju točno definirano strujno opterećenje, korišteni su osigurači dimenzionirani za zaštitu pripadajućih vodova od preopterećenja, temeljem tehničkih smjernica. Dodatno, na samom trošilu spojenom na priključnicu nalazi se odgovarajuća motorna zaštita, prilagođena nazivnom toku struje pojedinog motora. Budući da su sve priključnice smještene u neposrednoj blizini razvodnog ormara, utjecaj pada napona uslijed duljine vodiča je zanemariv, čime se dodatno osigurava stabilnost rada cijelog sustava.

4. POPIS MATERIJALA ZA IZRADU ELEKTROORMARA

Za izradu ormara odabrani su sljedeći ključni elementi:

- Glavna sklopka 250 A
- Rastavljači NH00 (do 100 A)
- Automatski osigurači (C karakteristika, 6–25 A)
- Bakrene sabirnice 20 x 5 mm
- Strujni transformatori 250 / 5 A
- Digitalni multimetar
- Gljivasto tipkalo za hitno isključenje.

Oprema proizvođača Schrack odabrana je zbog svoje pouzdanosti, dostupnosti tehničkih podataka i kompatibilnosti s CAD alatima (Schrack Technik, 2025.). Uz navedeno, korišteni su i pomoćni kontakti, redne stezaljke, kabelske uvodnice i POK kanali. Popis materijala korištenog za izradu elektroormara prikazan je u tablici 2. Tablica ne sadrži popis sitnog potrošnog materijala (npr. vijaka, stopica, oznaka) te spojnih vodiča, koji su neizostavan dio pri izradi svakog razvodnog ormara. Ovi elementi se podrazumijevaju kao standardni potrošni materijal i stoga nisu posebno navedeni.

Tabela 2. Popis materijala odabranog za izradu elektroormara [6], [7], [8], [9]

POPIS MATERIJALA ZA NOVI EL. ORMAR			
NAZIV	OZNAKA	DOBAVLJAČ	KOMADA
Teretna sklopka, 3P, 250A, opcija: daljinski isklop	MC225035	SCHRACK	1
Daljinski isklopnik za MC2/3, 208-250 V AC/DC	MC299763	SCHRACK	1
Potporni izolator visine 40 mm, obostrano s maticom M8, 2 kV	SI057830	SCHRACK	9
Potporni izolator visine 30 mm, obostrano s maticom M6, 1.5 kV	SI057800	SCHRACK	6
Bakrena sabirnica 274A (320A), 20x5 mm, duljina 1,8m	IS505068	SCHRACK	2
3-Fazni programabilni digitalni multimetar	MGFM9000	SCHRACK	1
Strujni trafo, 250/5A, Tip TAR3D-250, 30x10 mm	MG954025-A	SCHRACK	3
Rastavna skl., vel.000 (100 A) za mont. na ploču ili DIN šinu	ISA05011	SCHRACK	21
Sabirnica, 3P, viličasta, 16 mm^2 (80 A)|korak 17,8 mm| 1 m	BS990114	SCHRACK	2
Montažni nosač s otvorima (perforirani), duljina 2m	BK14005	SCHRACK	1
Završna pločica za 2-polnu/3-polnu sabirnicu	BS900116	SCHRACK	6
Zaštitni prekidač, C karakteristika, 6 A, 1-polni, 10 kA	BM017106	SCHRACK	4
Zaštitni prekidač, C karakteristika, 16 A, 1-	BM01711	SCHRAC	16

polni, 10 kA	6	K	
Zaštitni prekidač, C karakteristika, 20 A, 1-polni, 10 kA	BM017120	SCHRACK	6
Zaštitni prekidač, C karakteristika, 16 A, 3-polni, 10 kA	BM017316	SCHRACK	7
Zaštitni prekidač, C karakteristika, 25 A, 3-polni, 10 kA	BM017325	SCHRACK	6
Redna stezaljka (vijčani priključak) 4 mm^2, tip AVK, siva	IK600004	SCHRACK	60
Redna stezaljka (vijčani priključak) 10 mm^2, tip AVK, siva	IK600010	SCHRACK	20
Redna stezaljka (vijčani priključak) 16 mm^2, tip AVK, siva	IK600016-A	SCHRACK	20
Završna pločica za stezaljke IK600002|..04|..06|..10, siva	IK6002…	SCHRACK	10
Završna pločica za rednu stezaljku IK600016-A, siva	IK600216-A	SCHRACK	10
Kabelski kanal 60X60 (VxŠ), 2 m, perforirani, sivi, RAL7030	RH229213	SCHRACK	8m
Kabelski kanal 60X80 (VxŠ), 2 m, perforirani, sivi, RAL7030	RH229216	SCHRACK	2m
Kabelski kanal 60X40 (VxŠ), 2 m, perforirani, sivi, RAL7030	RH229210	SCHRACK	2m

5. IZRADA SHEMA I DOKUMENTACIJE

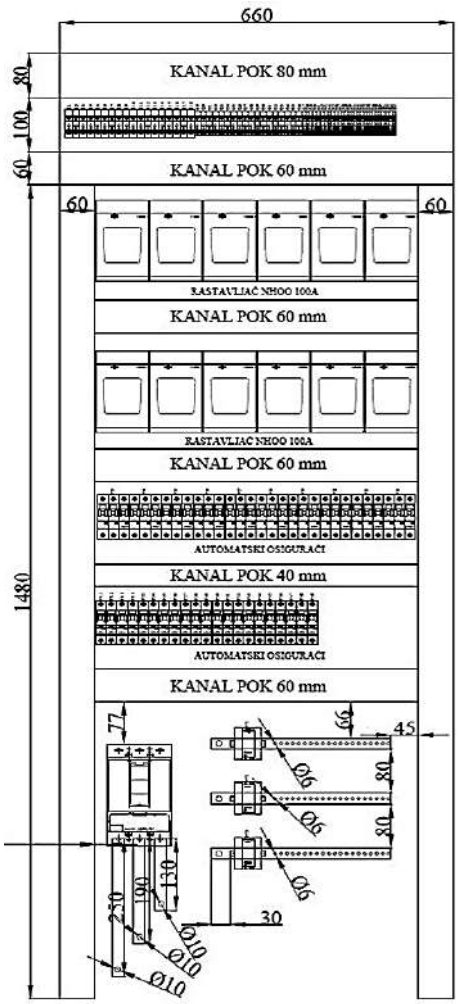
Izrada precizne električne sheme i pripadajuće tehničke dokumentacije predstavlja temeljni korak u procesu projektiranja razvodnog elektroormara. Takva dokumentacija ne služi samo kao podrška prilikom montaže, već i kao ključni alat za buduće održavanje, nadogradnju i eventualne intervencije na sustavu. Korištenjem specijaliziranih softverskih alata omogućena je izrada tehnički točnih, preglednih i standardiziranih električnih shema. U ovom projektu korišten je softverski paket AutoCAD Electrical, uz dodatak Schrack CAD-a (Schrack Technik, 2025.), koji uključuje bazu tehnički ispravnih simbola i komponenata kompatibilnih s korištenom opremom. Ova kombinacija omogućila je brz i precizan rad, uz automatsko generiranje tablica vodiča, konekcijskih točaka i popisa materijala. Izrađena dokumentacija obuhvaća više razina shematskih prikaza, i to:

- Tropolnu funkcionalnu shemu
- Shemu napajanja i uzemljenja

- Shemu komandnih i upravljačkih krugova
- Shemu priključnih mjesta

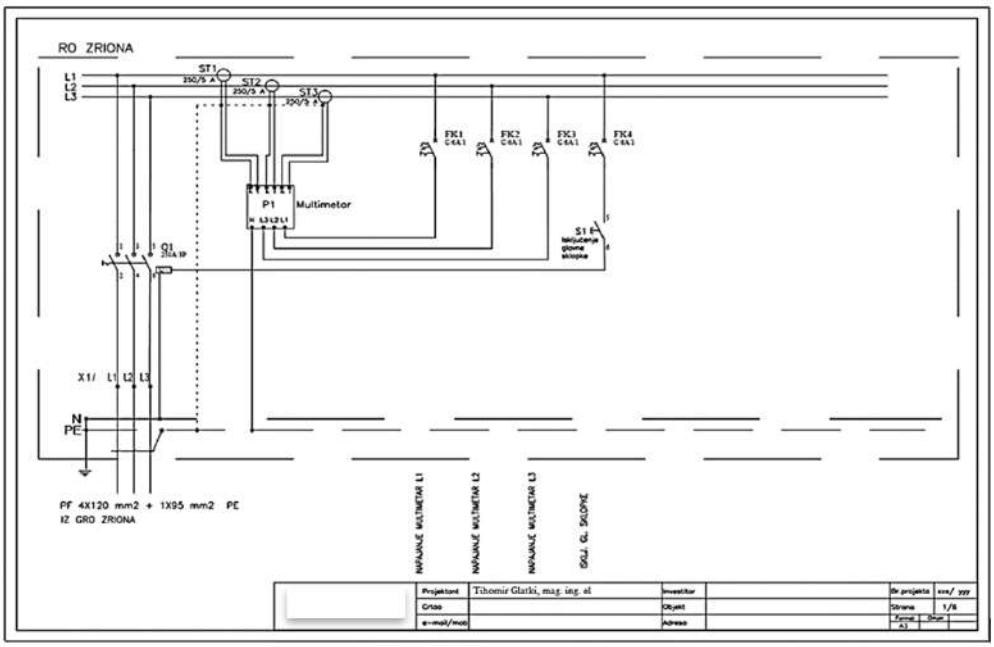
U skladu s važećim industrijskim standardima, korištene su standardizirane oznake:

- F – osigurači (npr. F1, F2, …)
- FK – komandni osigurači
- S – glavna sklopka
- ST – strujni transformatori
-



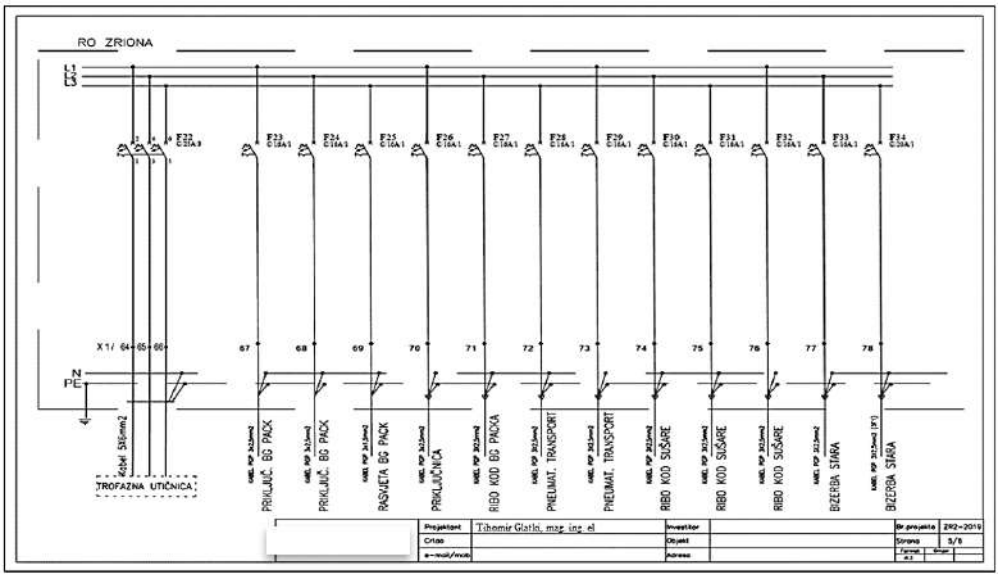
Slika 1. Izgled ormara

Grafički prikaz izgleda ormara na slici 1 pojašnjava raspored svih elemenata na unutarnjoj montažnoj ploči, uključujući sabirnice, kabelske kanale, osigurače i mjernu opremu. Sve eventualne izmjene tijekom montaže evidentirane su u shemu izvedenog stanja, čime je osigurana usklađenost stvarne izvedbe s tehničkom dokumentacijom.
Na slici 2 prikazana je tropolna funkcionalna shema napajanja razvodnog elektroormara s glavnom sklopkom, mjernim transformatorima i multimetrom za nadzor električnih parametara.



Slika 2. Tropolna shema ormara – prva stranica sheme

Slika 3 prikazuje funkcionalnu shemu izlaznih vodova, pri čemu su svi potrošači zaštićeni zasebnim automatskim osiguračima. Obuhvaćeni su priključci za rasvjetu, pneumatski transport i strojeve, čime se osigurava selektivna zaštita i jasno razgraničenje funkcionalnih zona sustava.
Sve sheme prikazuju međusobne veze glavnih električnih komponenti, s jasno označenim trofaznim vodovima (L1, L2, L3), pripadajućim zaštitnim elementima i mjernim uređajima. Takav shematski prikaz olakšava razumijevanje toka električne energije kroz sustav te pojednostavljuje njegovo održavanje, nadogradnju i dijagnostiku. Sheme su izrađene u skladu s važećim normama, uz primjenu standardiziranih simbola i tehničkih oznaka.



Slika 3. Tropolna shema ormara – peta stranica sheme

6. IZRADA RAZVODNOG ORMARA

Svi elementi razvodnog elektroormara montiraju se na unutarnju montažnu ploču, koja se zbog lakše montaže najprije uklanja iz ormara i postavlja u vodoravni položaj. Komponente se ugrađuju prema prethodno izrađenom tehničkom crtežu, a redoslijed postavljanja definiran je projektnom dokumentacijom. Glavna sklopka i rastavljači pričvršćuju se izravno na ploču, dok se automatski osigurači i redne stezaljke postavljaju na predviđeni montažni nosač. Redne stezaljke služe kao organizacijska i spojna točka između unutarnjeg ožičenja i dolaznih kabela iz sustava. Svi funkcionalni elementi povezani su s rednim stezaljkama koje su numerirane, što omogućuje jednostavnu identifikaciju priključnih mjesta. Napojni, upravljački i signalni kabeli priključuju se izravno na stezaljke, čime se osigurava preglednost, mogućnost brze izmjene i visoka razina sigurnosti tijekom eksploatacije i održavanja. Vodiči se polažu kroz plastične POK kanale koji osiguravaju organizirano i mehanički zaštićeno vođenje. Budući da širina kabelskih stopica onemogućuje izravno spajanje glavnog napojnog kabela na sklopku, izrađene su kaskadne bakrene sabirnice koje povezuju glavnu sklopku i potporne izolatore. Sabirnice su perforirane za sigurno pričvršćivanje kabelskih stopica, a izvedba omogućuje potreban razmak radi električne i mehaničke sigurnosti. Između sabirnica i metalnog kućišta postavljen je pleksiglas izolator, a isti je princip primijenjen i ispod izolatora sabirnica koje napajaju pojedine osigurače. Glavna sklopka spojena je s faznim sabirnicama PF vodičem presjeka 120 mm^2. Po

završetku ožičavanja, sabirnice su dodatno zaštićene pokrovom od pleksiglasa debljine 5 mm, čime se sprječava slučajni kontakt i izlaganje dodirnom naponu. Kabelski kanal smješten na visini od 2,5 metra dovodi kabele do gornje strane ormara, gdje se pomoću kabelskih uvodnica osigurava pravilno i vodonepropusno uvođenje. U istoj zoni smještene su sabirnice neutralnog (N) i zaštitnog (PE) vodiča, izrađene od bakra presjeka 20 × 5 mm, s predviđenim otvorima promjera 6 mm. Kratkospojnik između N i PE sabirnice ugrađen je u skladu s internim tehničkim smjernicama koje propisuju nulovanje svih priključenih trošila.Na fazne sabirnice (L1, L2, L3) ugrađen je po jedan strujni transformator omjera 250/5 A, povezan s digitalnim multimetrom koji se nalazi na vratima ormara. Na istom mjestu postavljeno je i gljivasto tipkalo za hitno isključenje koje elektromagnetno aktivira sklopku i dovodi je u isključeni položaj. Svi elementi sustava označeni su prema tehničkim konvencijama: osigurači oznakom F (npr. F1, F2...), komandni osigurači FK, glavna sklopka S, a strujni transformatori ST. Redne stezaljke numerirane su u skladu s pripadajućim vodovima i signalima, čime se dodatno osigurava preglednost i pouzdanost cijelog sustava. Na slici 4 prikazan je gotov razvodni ormar sa spojenim dolaznim kabelima.



Slika 4. Gotov razvodni ormar

7. ISPITIVANJE I PUŠTANJE U RAD

Po završetku montažnih radova provedena su standardna ispitivanja kako bi se potvrdila tehnička ispravnost sustava i usklađenost s važećim normama (Hrvatski normativni dokument, 2025.). Izvršene su sljedeće provjere:

- mjerenje izolacijskog otpora između vodiča i mase,
- provjera kontinuiteta zaštitnog (PE) vodiča,
- funkcionalna provjera svih prekidača i osigurača,
- testiranje ispravnosti tipkala za hitno isključenje,
- očitavanje trenutačnih električnih veličina putem digitalnog multimetra.

Rezultati svih ispitivanja potvrdili su potpunu funkcionalnost i sigurnost sustava. Na temelju provedenih ispitivanja izrađena je prateća dokumentacija, uključujući zapisnik i certifikate koje je izdala ovlaštena pravna osoba za ispitivanje i verifikaciju električnih instalacija.

8. ZAKLJUČAK

Projekt razvodnog elektroormara uspješno je realiziran uz poštivanje tehničkih, sigurnosnih i ekonomskih zahtjeva (Narodne novine, 2010.). Primjenom suvremenih softverskih alata i pouzdanih industrijskih komponenata postignuta je visoka razina preciznosti u projektiranju i izvedbi. Suradnja s tehničkim osobljem omogućila je jasno definiranje stvarnih potreba sustava, čime je osigurano optimalno funkcionalno rješenje. Izrada elektroormara povjerena je stručno osposobljenom osoblju, a projektant je bio uključen u sve faze realizacije te dostupan za eventualne izmjene tijekom montaže. Sve promjene uredno su evidentirane u dokumentaciji izvedenog stanja, čime je postignuta potpuna usklađenost između projekta i stvarne izvedbe sustava (HZN – Hrvatski zavod za norme, 2022.).

LITERATURA

1. Elteh portal. *Niskonaponske električne instalacije*. [online] Dostupno na: https://www.elteh.net/el-instalacije/dimenzioniranje/nvo.html
2. Elteh portal. *Odabir kabela u električnim instalacijama*. [online] Dostupno na: https://www.elteh.net/el-instalacije/dimenzioniranje/odabir-kabela.html.

3. Hrvatski normativni dokument. *Niskonaponski osigurači*. [online] Dostupno na: https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+HD+60269-2%3A2011
4. HZN – Hrvatski zavod za norme. *HRN EN 61439-1:2022 – Niskonaponske sklopne i upravljačke sklopne jedinice – Opći zahtjevi*. [online] Dostupno na: https://www.hzn.hr
5. Narodne novine. *Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 5/10)*. [online] Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_01_5_93.html
6. Narodne novine. *Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)*. [online] Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_71_1391.html
7. Schrack Technik. *Digitalni alati.* [online] Dostupno na: https://www.schrack.hr/digitalni-alati/schrack-cad
8. Schrack Technik. *Isklopnici i teretne sklopke – proizvodi*. Dostupno na: https://www.schrack.hr/trgovina/oprema-za-ugradnju-u-ormare-kucista/isklopnici-i-teretne-sklopke.html
9. Schrack Technik. *NV osigurači visokoučinski*. [online] Dostupno na: https://www.schrack.hr/trgovina/oprema-za-ugradnju-u-ormare-kucista/rastalni-osiguraci/nv-osiguraci-visokoucinski.html
10. Schrack Technik. *Strujni trafo 200/5 1.5VA Class 1*. [online] Dostupno na: https://www.schrack.hr/trgovina/strujni-trafo-200-5-1-5va-class-1-za-si337010-020-030-si337450.html
11. Schrack Technik. *Zaštitni prekidači – know-how*. [online] Dostupno na: https://www.schrack.hr/know-how/energija/zastitni-prekidaci/

VIŠEJEZIČNOST KAO KATALIZATOR ODRŽIVOSTI I ZELENOG POSLOVANJA: ANALIZA ANKETNOG ISTRAŽIVANJA MEĐU PODUZETNICIMA

MULTILINGUALISM AD A CATALYST FOR SUSTAINABILITY AND GREEN BUDINESS: AN ANALYSIS OF A SURVEY AMONG ENTREPRENEURES

Stručni rad/ Professional paper

Prof. Helena Jajčević*

Sažetak

Ovaj rad istražuje ulogu višejezičnosti u razvoju održivih poslovnih praksi i zelenog poslovanja. Višejezičnost omogućuje poduzećima učinkovitu suradnju s međunarodnim partnerima, razmjenu znanja i inovacija te pristup globalnim tržištima na način koji podržava održivost. Provedeno je istraživanje putem anketnog upitnika među 37 poduzetnika iz različitih sektora. Rezultati pokazuju da većina poduzetnika prepoznaje prednosti zelenih tehnologija i važnost održivog poslovanja te smatra znanje engleskog jezika važnim za poslovanje, ali se suočavaju s izazovima u implementaciji zelenih tehnologija zbog visokih troškova i nedostatka subvencija. Višejezičnost olakšava pristup informacijama i tehnologijama potrebnim za održivo poslovanje te pomaže u razumijevanju različitih kulturnih perspektiva o održivosti. Preporučuju se daljnja istraživanja kako bi se bolje razumjela povezanost višejezičnosti i održivosti.

Ključne riječi: *višejezičnost, održivost, zeleno poslovanje, poslovne prakse, međunarodna suradnja*

Abstract

This paper explores the role of multilingualism in the development of sustainable business practices and green business. Multilingualism enables companies to effectively collaborate with international partners, exchange knowledge and innovations, and access global markets in a way that supports sustainability. A survey was conducted among 37 entrepreneurs from various sectors. The results show that most entrepreneurs recognize the benefits of green technologies and the importance of sustainable business, and consider knowledge of the English

* Tehnička škola Karlovac, email: helena.jajcevic@yahoo.com

language important for business, but face challenges in implementing green technologies due to high costs and lack of subsidies. Multilingualism facilitates access to information and technologies needed for sustainable business and helps in understanding different cultural perspectives on sustainability. Further research is recommended to better understand the connection between multilingualism and sustainability.

Key words: *multilingualism, sustainability, green business, business practices, international cooperation*

1. UVOD

Pojam višejezičnosti odnosi se na sposobnost osobe da govori više od jednog jezika (barem još jedan strani jezik uz svoj materinji), kao i na uporabu više jezika u određenoj jezičnoj pokrajini, društvu, državi ili tvrtki. Često je odraz složenih povijesnih, društvenih ili obiteljskih odnosa, a danas zauzima važno mjesto u obrazovnom kontekstu i zbog političkih i ekonomskih razloga. Prema Preporuci Vijeća Europske unije o ključnim kompetencijama za cjeloživotno učenje, višejezičnost je jedna od osam ključnih kompetencija koje su nužne za osobno ispunjenje, zdrav i održiv način života, zapošljivost, aktivno građanstvo i socijalnu uključenost.

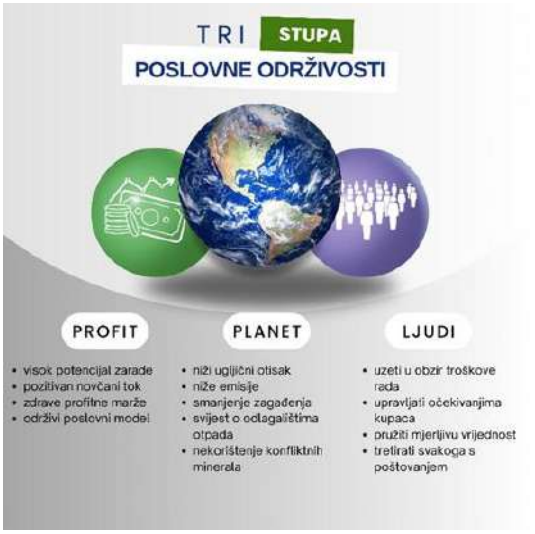
Višejezičnost igra ključnu ulogu u suvremenom poslovnom okruženju, posebno u kontekstu globalnih trendova održivosti i zelenog poslovanja jer omogućuje poduzećima da učinkovito surađuju s međunarodnim partnerima, razmjenjuju znanja i inovacije te pristupaju globalnim tržištima na način koji podržava održivost.

Cilj ovog rada jest istražiti na koje načine i koliko višejezičnost može doprinijeti razvoju održivih poslovnih praksi i zelenog poslovanja, uz analizu rezultata anketnog upitnika provedenog među poduzetnicima o njihovim stavovima i iskustvima s višejezičnošću i zelenim poslovanjem.

1.1 Teorijski okvir

U današnjem globaliziranom poslovnom svijetu, višejezičnost postaje sve važnija za tvrtke koje žele uspjeti na međunarodnim tržištima; ona više nije samo konkurentska prednost, već osnovni uvjet za globalni uspjeh. Omogućuje zaposlenicima bolje karijerne prilike, veće plaće i veću sigurnost zapošljavanja, a višejezični zaposlenici pomažu tvrtkama da prošire svoj doseg, uđu na nova tržišta i povećaju prodaju, ali i da pruže bolju korisničku podršku kupcima koji

govore druge jezike i dosegnu širu publiku putem društvenih mreža. Višejezična prisutnost na društvenim mrežama može pomoći tvrtkama da izgrade povjerenje i kredibilitet kod međunarodne publike (Koberling, 2023).
No, uz višejezičnost, od presudne važnosti za dugoročni uspjeh poduzeća su i zeleno poslovanje te razvoj održivosti; privlače kupce koji cijene ekološku osviještenost, mogu značajno smanjiti operativne troškove, lakše privlače kapital i maju bolji pristup financijskim resursima te povećavaju angažiranost, produktivnost i zadržavanje zaposlenika (Mainwaring, 2025).
Zelene poslovne prakse odnose se na radnje i politike koje izravno smanjuju utjecaj na okoliš, poput minimiziranja otpada putem recikliranja i kompostiranja, korištenja energetski učinkovitih rasvjetnih tijela i uređaja, do odabira dobavljača koji daju prednost ekološki prihvatljivim metodama. Pojam "zeleno" često se fokusira na operativne aspekte koji doprinose očuvanju prirodnih resursa i smanjenju zagađenja.
Održive poslovne prakse obuhvaćaju širi spektar; uključuju ekološke aspekte poput zelenih praksi, ali također integriraju i ekonomske i društvene aspekte poput osiguravanja pravednih radnih praksi, ulaganja u razvoj zajednice i osiguravanja ekonomske održivosti. Održivost u poslovanju odnosi se na provođenje aktivnosti i djelatnosti na način koji zadovoljava trenutne potrebe bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe. Često se ta održivost prikazuje kroz koncept tri P ili 3 stupa poslovne održivosti (eng. profit, people, planet), odnosno kao ravnoteža između profita, ljudi i planeta (Slika 1).



Slika 1. Tri stupa poslovne održivosti
Izvor: Autorica

Višejezičnost omogućuje tvrtkama da učinkovito komuniciraju s međunarodnim partnerima i dionicima, što olakšava razmjenu znanja i najboljih praksi u području održivosti i zelenih tehnologija, kao i razumijevanje lokalnih ekoloških regulativa i preferencija potrošača. Višejezični zaposlenici često imaju bolju kulturnu kompetenciju, što im omogućuje da bolje razumiju i poštuju različite ekološke vrijednosti i prakse u različitim kulturama. To može pomoći tvrtkama pri razvoju održivih strategija koje su bolje prilagođene lokalnim uvjetima, ali i potaknuti inovacije i kreativnost unutar tvrtke, budući da različite jezične i kulturne perspektive mogu dovesti do novih ideja i rješenja za ekološke izazove.
Nesporazumi na jezičnoj razini mogu dovesti do pogrešaka, značajnih troškova i izgubljenih poslovnih prilika. Višejezične strategije uklanjaju jezičnu barijeru iz komunikacija, operacija i suradnje u sektoru zelene tehnologije (Vistatec, 2023).

2. METODOLOGIJA

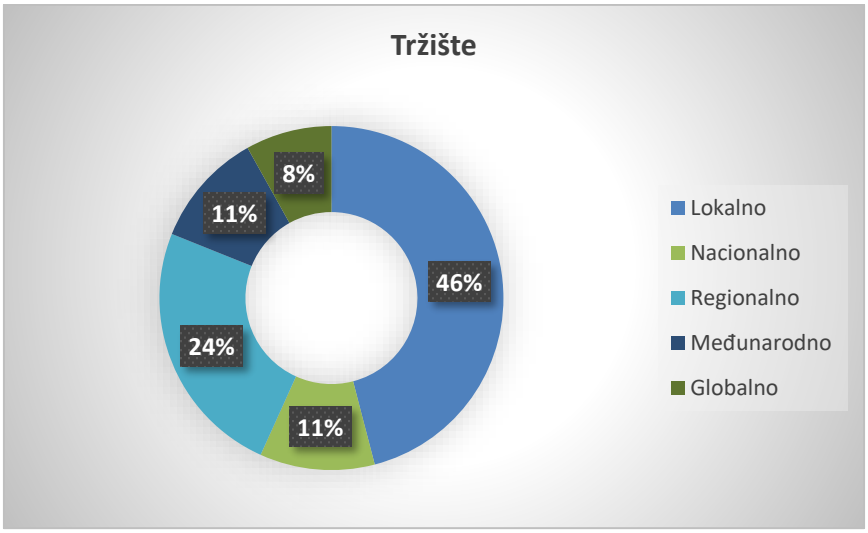
Cilj ovog istraživanja bio je ispitati stavove poduzetnika o povezanosti višejezičnosti i zelenog poslovanja te razvoja održivosti. Istraživanje je provedeno putem anketnog upitnika koji je obuhvatio različite aspekte poslovanja, uključujući jezične vještine, implementaciju zelenih tehnologija i percepciju održivosti.
U istraživanju je sudjelovalo 37 poduzetnika iz različitih sektora, uključujući umjetnost, proizvodnju, graditeljstvo, sport i slobodno vrijeme, usluge, obnovljive izvore energije, trgovinu, IT i tehnologiju, zdravstvo, poljoprivredu, servis i prodaju te ugostiteljstvo. Ispitanici posluju na lokalnom, regionalnom, nacionalnom, europskom i globalnom tržištu.
Anketni upitnik sastavljen je od 23 pitanja podijeljena u tri tematske skupine. Prva skupina obuhvatila sljedeće teme: osnovnu djelatnost poduzeća, tržište na kojem poduzeće posluje, trajanje poslovanja, financijske trendove, broj zaposlenika i uvjete zapošljavanja. Druga skupina odnosila se na upotrebu engleskog jezika u poslovanju te su se ispitanici izjašnjavali o važnosti i učestalosti korištenja engleskog jezika u poslovanju, problemima s komunikacijom na engleskom jeziku, načinima usavršavanja jezičnih vještina i glavnim izazovima u širenju tržišta. Treća skupina odnosila se na zeleno poslovanje i održivost te je uključivala pitanja o implementaciji naprednih i zelenih tehnologija, preprekama u implementaciji zelenih tehnologija, percepciji konkurentskih prednosti zelenih tehnologija
i važnosti razvoja održivog poslovanja.

Anketni upitnik je distribuiran putem online platforme, a sudjelovanje je bilo u potpunosti anonimno i dobrovoljno. Podaci prikupljeni putem anketnog upitnika analizirani su kvantitativnim metodama. Korištene su deskriptivne statistike za prikaz osnovnih karakteristika uzorka, kao što su broj zaposlenika, trajanje poslovanja i tržište na kojem poduzeće posluje. Također su analizirani odgovori na pitanja o važnosti i učestalosti korištenja engleskog jezika, implementaciji zelenih tehnologija i percepciji održivosti kako bi se saznali stavovi poduzetnika o važnosti znanja engleskog jezika za uspješno poslovanje te njegovoj ulozi u razvoju zelenog poslovanja i uvođenju inovativnih i održivih tehnologija.

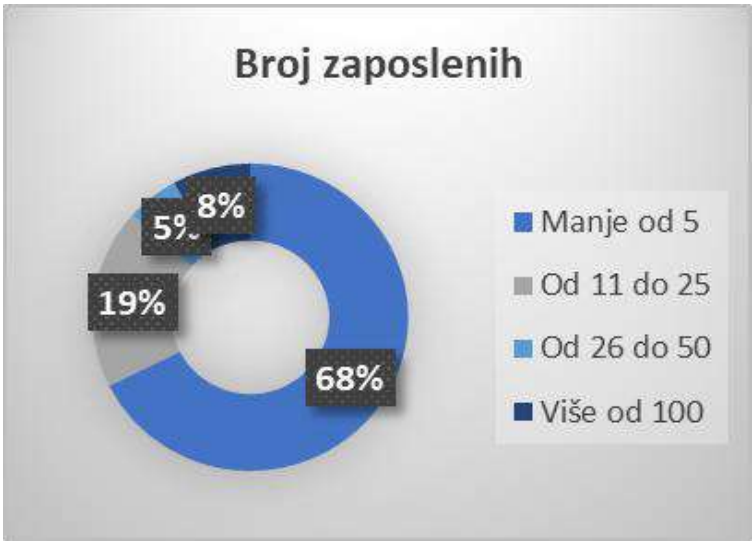
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1 Poslovni profil poduzeća

U tri najzastupljenija sektora u provedenom upitniku posluje ukupno dvije trećine ispitanika; usluge (35%), proizvodnja (19%) i trgovina (11%), a preostala trećina raspoređena je na obnovljive izvore energije, IT i tehnologije, sport i slobodno vrijeme te graditeljstvo sa po 5% te servis i prodaju, zdravstvo, ugostiteljstvo, poljoprivredu i ostalo sa po 2,7%. Što se tiče prisutnosti na tržištu, najmanji broj ispitanika dolazi iz poduzeća koja posluju manje od jedne godine, a najviše ih je iz onih koja posluju između šest i petnaest godina (32%) ili više od 16 godina (35%).
Širina tržišta na kojem poduzeće posluje prikazana je na Slici 2. *Širina tržišne prisutnosti*, a veličina samih poduzeća prema broju zaposlenih na Slici 3. *Veličina poduzeća*. Ispitanici uvjete u svojim poduzećima u najvećoj mjeri smatraju stabilnima, bez većih fluktuacija i čestih promjena stručnog kadra (51%), a 46% slučajeva radi se o obiteljskim poduzećima, bez vanjskog zapošljavanja.



Slika 2. Širina tržišne prisutnosti
Izvor: Autorica



Slika 3. Veličina poduzeća
Izvor: Autorica

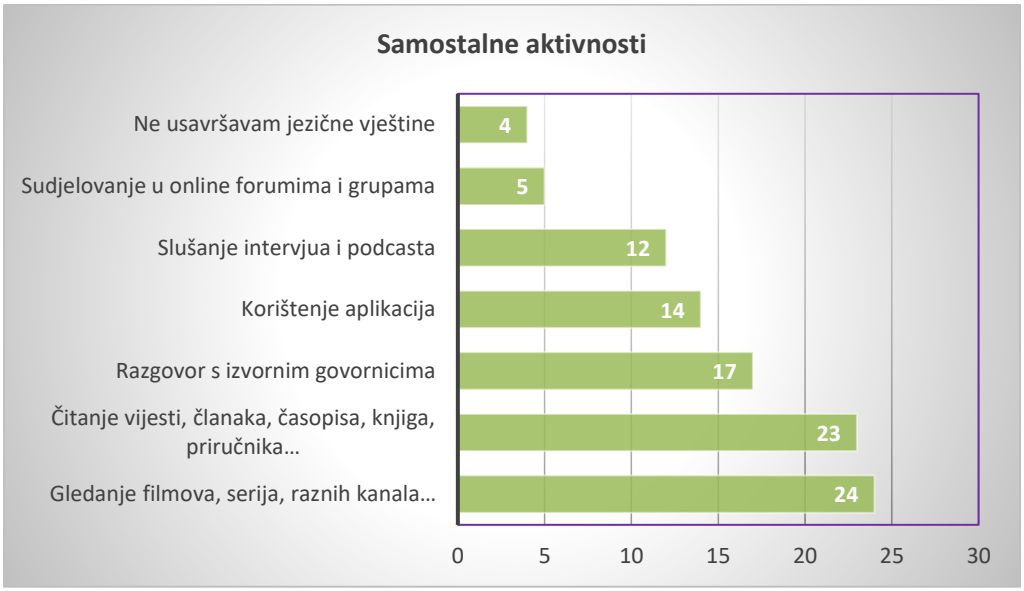
3.2 Uloga stranih jezika

Što se tiče važnosti znanja engleskog jezika za uspješno vođenje poslovanja, više od polovice ispitanika smatra ga važnim (32%) ili jako važnim (27%), a samo 16% smatra da nije važno. Samo 8% ispitanika nikada ne koristi engleski jezik u svom poslovanju, 24% njih to čini nekoliko puta mjesečno, 16%

nekoliko puta tjedno, a 22% svakodnevno. Kada se radi o čitanju stručne literature, izvještaja ili uputa na engleskom jeziku, 16% ispitanika to čini svakodnevno, 11% nekoliko puta tjedno, 22% nekoliko puta mjesečno, 32% gotovo nikada, a 19% nikada.

Opći je stav zaposlenika da nedostatak znanja engleskog jezika predstavlja prepreku u širenju tržišta ili suradnji s inozemnim partnerima, za njih 54% ta je prepreka značajna, a za njih 27% je ipak manja. Kada se radi o samoprocjeni poteškoća s kojima se sudionici susreću, nitko od njih ne smatra da probleme sa stranim kupcima, partnerima i dobavljačima ima često, 38% njih ih ima povremeno, a čak 51% posto kaže da nema takvih problema nikada.

Skromnih 16% ispitanika uložilo je u pohađanje tečaja ili individualnih sati engleskog jezika, a načini na koje ispitanici samostalno usavršavaju svoje jezične vještine navedeni su na slici 4. *Usavršavanje jezičnih vještina.*

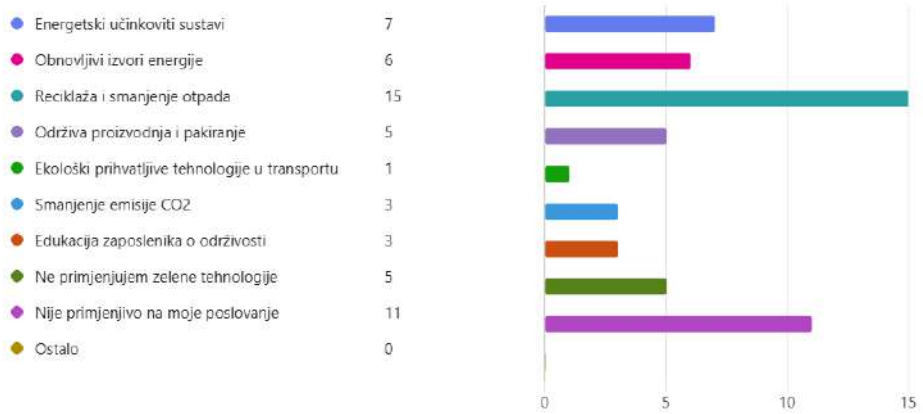


Slika 4. Usavršavanje jezičnih vještina
Izvor: Autorica

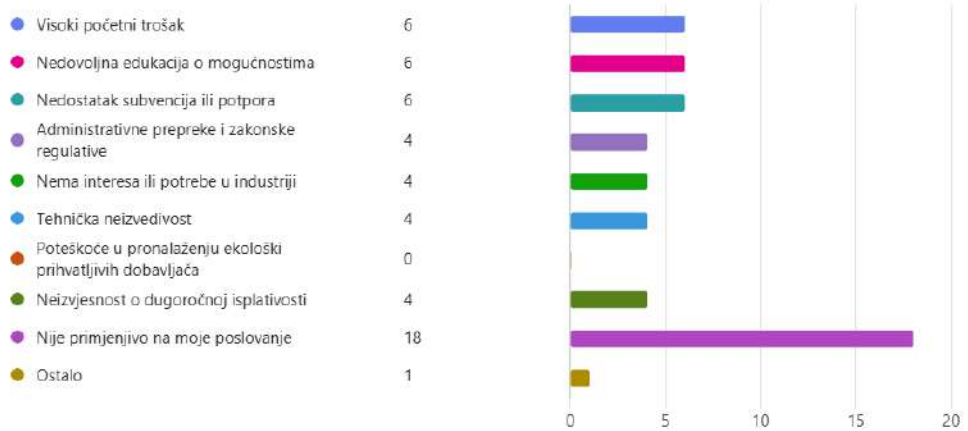
Jezične barijere kao jedan od glavnih izazova s kojima se ispitanici susreću u širenju tržišta navodi tek 5% njih, dok najvećim izazovima smatraju društvenu i ekonomsku situaciju (28%), nedostatak kapitala (23%), nedostatak stručnog kadra (16%), nedovoljno poznavanje inozemnih tržišta (9%) i neadekvatnu infrastrukturu (7%).

3.3 Zelene tehnologije održivosti

Napredne tehnologije u poslovanju (npr. automatizaciju, umjetnu inteligenciju, IoT) koristi 32% ispitanika, a čak 62% ih još ne koristi. Što se tiče zelenih tehnologija, u velikoj mjeri ih je u svoje poslovanje implementiralo skromnih 11% ispitanika, u manjoj mjeri 35%, a 19% to namjerava učiniti u budućnosti. Samo 5% ispitanika zelene tehnologije uopće ne namjerava uvoditi, a ostali smatraju da one nisu primjenjive na njihovo poslovanje. Zelene tehnologije i prakse koje ispitanici već primjenjuju prikazane su na slici 5., a glavne prepreke s kojima se susreću pri uvođenju zelenih praksi i tehnologija na slici 6.



Slika 5. Implementirane zelene tehnologije
Izvor: Autorica



Slika 6. Glavne prepreke u implementaciji zelenih tehnologija
Izvor: Autorica

Samo 8% ispitanika smatra da im zelene tehnologije mogu donijeti značajnu konkurentsku prednost, njih 32% smatra tu prednost manjom, a 11% uopće ne smatra da one donose prednost. Da je razvoj održivog poslovanja vro važan za dugoročnu uspješnost njihovog poduzeća smatra 27% ispitanika, da je važan, ali ne i ključan smatra njih 41%, a 19% smatra da nije važan.
Visokih 65% ispitanika reklo je da poznavanje engleskog jezika značajno pomaže u pristupu novim tehnologijama i informacijama potrebnim za razvoj održivog poslovanja, a još njih 27% da pomaže u manjoj mjeri. Samo 8% ispitanika smatra poznavanje engleskog jezika bez utjecaja pri razvoju održivosti.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati ankete pokazuju da većina poduzetnika smatra znanje engleskog jezika važnim za uspješno vođenje poslovanja te ga često koriste u svakodnevnom poslovanju, posebno u komunikaciji s međunarodnim partnerima i kupcima. Međutim, mnogi poduzetnici suočavaju se s izazovima u implementaciji zelenih tehnologija, uključujući visoke početne troškove, nedostatak subvencija i tehničke neizvedivosti.
Višejezičnost može olakšati pristup informacijama i tehnologijama potrebnim za razvoj održivog poslovanja, jer poduzetnici koji koriste više jezika imaju bolju komunikaciju s međunarodnim partnerima, što može pomoći u razmjeni znanja i najboljih praksi u području održivosti. Također, višejezičnost može pomoći u razumijevanju različitih kulturnih perspektiva o održivosti, što može olakšati implementaciju zelenih tehnologija prilagođenih lokalnim uvjetima, pristup globalnim tržištima i prilagodbu proizvoda i usluga lokalnim potrebama, uključujući ekološke regulative i preferencije potrošača.
Snažne jezične vještine na stranom jeziku mogu potaknuti inovacije i kreativnost unutar poduzeća te dovesti do novih ideja i rješenja za ekološke izazove. Poduzeća koja koriste više jezika mogu bolje komunicirati s dobavljačima iz različitih zemalja i osigurati da njihovi proizvodi i usluge zadovoljavaju visoke ekološke standarde.
Za daljnje istraživanje povezanosti višejezičnosti i održivosti, preporučuju se sljedeće teme i metodologije: kvantitativna analiza utjecaja višejezičnosti na implementaciju zelenih tehnologija u različitim sektorima, analiza konkretnih primjera poduzeća koja uspješno integriraju višejezičnost i održivost radi identifikacije ključnih faktora uspjeha te njihovo praćenje tijekom dužeg vremenskog perioda kako bi se utvrdilo kako višejezičnost i održivost utječu na dugoročni poslovni uspjeh. Vrlo indikativne bile bi i komparativne studije u

kojima bi se uspoređivalo poduzeća koja krasi višejezičnost zaposlenika s onima koja se ne odlikuju tim kompetencijama, kako bi se utvrdile razlike u implementaciji održivih praksi i poslovnom uspjehu.
Ove preporuke mogu pomoći u daljnjem razumijevanju povezanosti višejezičnosti i poslovne održivosti, zelenog poslovanja i uvođenja novih naprednih tehnologija te pružiti korisne smjernice za poduzeća koja žele unaprijediti svoje poslovne prakse.

LITERATURA

1. Droz, L., Brugnach, M., & Pascual, U. (n.d.). Multilingualism for pluralising knowledge and decision making about people and nature relationships. Dostupno na: https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/pan3.10468
2. Edmonds, R. (n.d.). Multilingualism and climate justice: The role of linguistic diversity in environmental conservation. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/350979854_Multilingualism_and_climate_justice_The_role_of_linguistic_diversity_in_environmental_conservation
3. Koberling, L. (n.d.). The Connection Between Multilingualism and Business Success. Available at: https://www.speexx.com/speexx-blog/multilingualism-and-business-success/
4. Mainwaring, S. (2025). Why Sustainability Is Critical For Business Success In 2025 (And The Data To Prove It). Dostupno na: https://www.forbes.com/sites/simonmainwaring/2025/01/30/why-sustainability-is-critical-for-business-success-in-2025-and-the-data-to-prove-it/
5. Piekkari, R., Welch, D. E., & Welch, L. S. (n.d.). Language in International Business: The Multilingual Reality of Global Business Expansion. Dostupno na: https://www.elgaronline.com/monobook/9781848449893.xml
6. Vistatec. (n.d.). Importance of Multilingual Strategies in Greentech Business. Dostupno na: https://vistatec.com/importance-multilingual-strategies-greentech-business

TRELLO KAO DIGITALNI SAVEZNIK: ULOGA KANBAN ALATA U STUDENTSKIM I AKADEMSKIM PROJEKTIMA

TRELLO AS A DIGITAL ALLY: THE ROLE OF KANBAN TOOLS IN STUDENT AND ACADEMIC PROJECTS

Stručni rad/ Professional paper

Pred. VŠ. Tomislav Adamović*

Darija Pelengić, studentica*

Viktor Koren, student*

Sažetak

U ovom je radu analizirana primjena alata Trello kao suvremeni digitalni alat za upravljanje zadatcima i timskim projektima u visokoškolskom obrazovanju. Trello, temeljen na Kanban metodi, omogućuje korisnicima da putem vizualne organizacije (ploče, liste i kartice) jednostavno upravljaju radnim procesima i zadatcima. Cilj ovog rada bio je istražiti funkcionalnost Trella, njegovu povijest, te konkretne primjene u akademskom okruženju, kako među studentima, tako i među profesorima i drugim pojedincima važnim za održivo akademsko obrazovanje. U radu su prikazani osnovni i napredni alati koje Trello nudi, kao i prednosti koje donosi u pogledu transparentnosti, učinkovitosti i odgovornosti unutar timova. Poseban naglasak stavljen je na praktični primjer Trella u pripremi studentskih projekata, ćime se ilustrira njegova funkcionalnost primjene u stvarnom obrazovnom kontekstu. Također, Trello je uspoređen s drugim popularnim alatima za upravljanje projektima, poput Asane i Microsoft Plannera, čime se naglašava njegova dostupnost i fleksibilnost. Rad zaključuje pregledom potencijala daljnjeg razvoja Trella, uključujući automatizaciju i integraciju umjetne inteligencije.

Ključne riječi: *Trello, upravljanje projektima, Kanban, akademsko okruženje, digitalni alati*

*Veleučilište u Bjelovaru, e-mail: tadamovic@vub.hr

*Veleučilište u Bjelovaru

* Veleučilište u Bjelovaru, e-mail: vkoren@vub.hr

Abstract

This paper analyzes the application of Trello as a modern digital tool for managing tasks and team projects in higher education. Trello, based on the Kanban method, enables users to manage workflows and tasks through visual organization (boards, lists, and cards). The aim of this paper was to explore the functionality of Trello, its history, and its specific applications in academic environments, among both students and professors, as well as other individuals crucial for sustainable academic education. The paper presents both the basic and advanced tools that Trello offers, along with the advantages it provides in terms of transparency, efficiency, and accountability within teams. Special emphasis is placed on a practical example of Trello's use in the preparation of student projects, illustrating its functional application in a real educational context. Trello is also compared with other popular project management tools, such as Asana and Microsoft Planner, highlighting its accessibility and flexibility. The paper concludes with an overview of Trello's future development potential, including automation and artificial intelligence integration.

Key words*: Trello, project management, Kanaban, academic setting, digital tools*

1. UVOD

U suvremenom visokoškolskom obrazovanju sve je veća potreba za učinkovitim upravljanjem podataka, zadatcima, rokovima i timskim projektima. Digitalizacija nastavnog procesa, porast grupnih i interdisciplinarnih projekata te sve veći fokus na praktične vještine suradnje doprinijeli su potrebi za korištenjem alata koji omogućuju transparentno i strukturirano upravljanje zadatcima i radnim obavezama. Tradicionalne metode organizacije rada, poput bilješki u rokovnicima ili uredskim i nastavnim pločama, e-mailova ili Excel tablicama, često su nedostatne kada je riječ o dinamičnom timskom radu i praćenju napretka pojedinih članova.

Upravo u tom kontekstu dolazi do sve češće primjene digitalnih alata za upravljanje projektima, među kojima se ističe Trello. Trello je inovativna web-aplikacija koja koristi Kanban metodologiju za vizualno praćenje tijeka zadataka. Zahvaljujući svojoj jednostavnosti, fleksibilnosti i mogućnosti prilagodbe, Trello je postao posebno koristan u obrazovnim kontekstima, gdje se koristi kako u nastavnim procesima, tako i u izvanškolskim i istraživačkim aktivnostima.

Cilj ovog rada je analizirati funkcionalnost Trella i njegovu primjenu u akademskom okruženju. Kroz pregled povijesti alata, njegovi osnovnih i naprednih funkcija te usporedba s drugim alatima za upravljanje projektima, u radu se daje cjelovita slika o potencijalu Trella tijekom studentskih projekata, čime se prikazuje njegova primjenjenost u stvarnom obrazovnom okruženju.

2. CILJ RADA

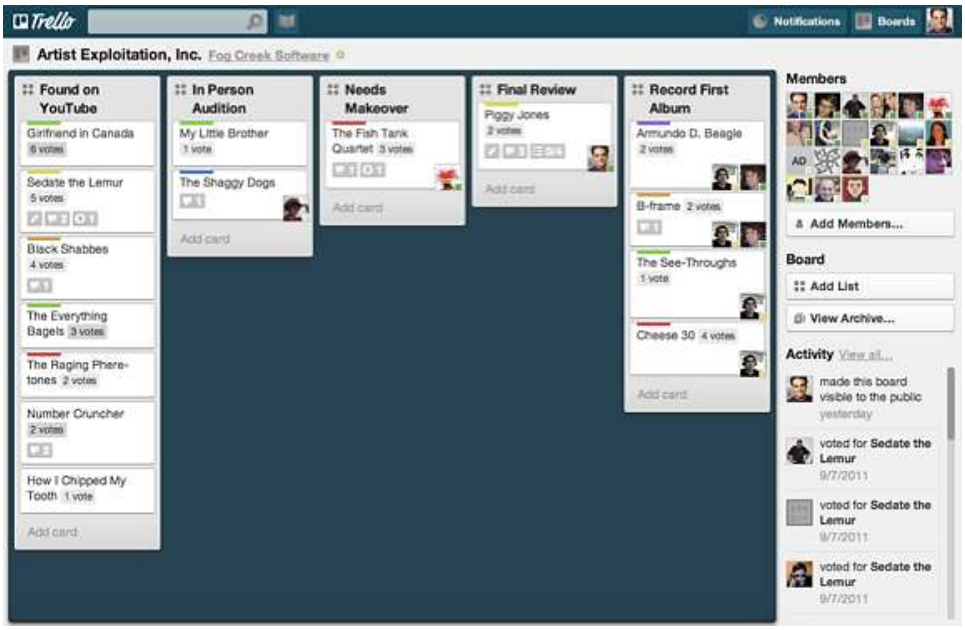
Cilj ovog rada je analizirati mogućnosti i prednosti korištenja digitalnog alata Trello u visokoškolskom obrazovanju, s posebnim naglaskom na timski rad i upravljanje studentskim projektima. Rad nastoji prikazati na koji način Trello, temeljen na Kanban metodologiji, može doprinijeti boljoj organizaciji rada, učinkovitijem upravljanju zadatcima te transparentnijoj suradnji među članovima akademske zajednice.

U radu se detaljno prikazuju osnovne i napredne funkcionalnosti Trella, njegova povijest i razvoj, konkretna primjena u obrazovnom kontekstu te usporedba s drugim digitalnim alatima za upravljanje projektima. Posebna pažnja posvećena je praktičnom primjeru upotrebe Trella u realizaciji studentskog projekta, čime se potvrđuje njegova primjenjivost i korisnost u stvarnim akademskim situacijama.

3. POVIJEST TRELLA

Trello je nastao 2011. godine kada je predstavljen javnosti kao interni projekt Glitch, Inc. Glavni cilj bio je razviti alat koji će na vizualan način pomoći timovima u upravljanju zadacima i projektima. Osnivač Joel Spolsky želio je stvoriti rješenje koje će biti intuitivno i dostupno svakome, ne samo profesionalcima iz IT sektora, već i profesorima, studentima, kreativcima i poduzetnicima.

Vrlo brzo nakon lansiranja, Trello je stekao veliku popularnost zahvaljujući jednostavnom sučelju i učinkovitosti u organizaciji rada. Do 2014. godine broj korisnika premašio je četiri milijuna, a 2017. godine Trello je kupljen od strane Atlassiana, poznatog razvojnog tima alata poput Jire i Confluencea. Integracija s Atlassianovim ekosustavom, Trello je dobio funkcionalnost, kao što su povezivanje s Bitbucketom i Confluencom, što je dodatno proširilo njegovu primjenu i u profesionalnim razvojno-informatičkim timovima.



Slika 3. Izgled prve verzije Trella iz 2011. godine

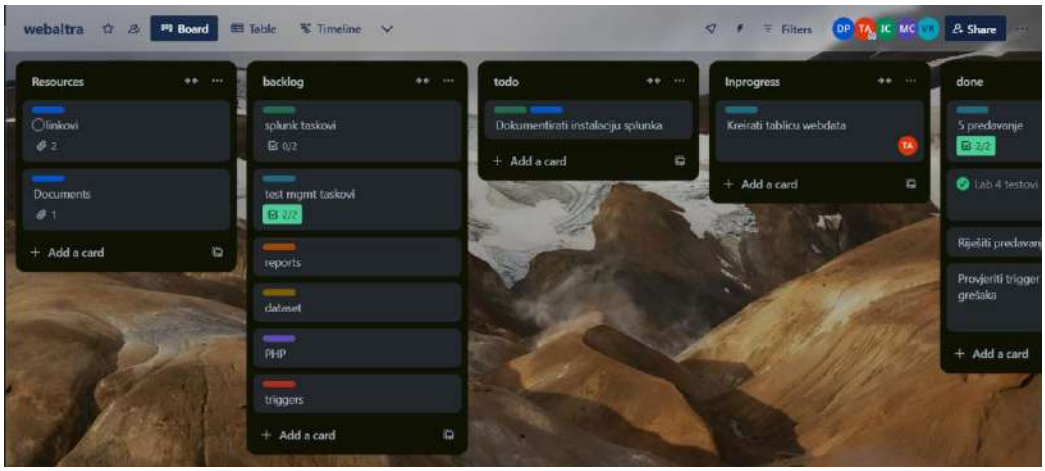
S vremenom, Trello je nadograđen podrškom za Power-Ups, odnosno dodane su nove funkcije koje omogućuju integraciju s vanjskim servisima poput Google Drivea, Slacka, Zooma i drugih, čime je postao jedan od najfleksibilnijih alata za digitalnu suradnju.

4. FUNKCIONALNOST I ZNAČAJKE TRELLA

Trello je poznat po svojoj jednostavnosti korištenja, ali i po širokom spektru funkcionalnosti koje omogućuju korisnicima da učinkovito upravljaju zadacima, projektima i timovima. Srž Trellove funkcionalnosti temelji se na Kanban metodi, koja promiče vizualnu organizaciju posla i omogućuje lako praćenje tijeka rada.

Jedna od temeljnih značajki Trella je mogućnost kreiranja tzv. Ploča(boards) koje predstavljaju projekte ili veće cjeline rada. Unutar svake ploče, korisnici mogu dodati popise (lists) koji označavaju faze projekta ili tematske kategorije, poput „To do“, „ Doing“ i „ Done“. U svaki popis zatim se dodaju kartice (cards koje predstavljaju pojedinačne zadatke. Svaka kratica može sadržavati razne informacije: opis, kontrolne liste, datume, komentare i oznaku u boji (labels) koje pomažu kod kategorizacije zadatka.

Osim osnovnih funkcionalnosti, Trello nudi i niz naprednih opcija. Jedan od njih je Butler, ugrađeni alat za automatizaciju koji omogućuje korisnicima da definiraju svoja pravila. Osim toga, korisnici mogu dodavati Power-Ups. Dodatak koji proširuje mogućnosti Trella. Među najčešćim korištenim Power-Upovima su kalendari, Gantt grafikoni, integracije s Google Drive-om, Slack-om, Zoom-om i mnogim drugim aplikacijama. Ova fleksibilnost čini Trello prilagodljivim različitim potrebama, od vođenja složenih timskih projekata do osobnog planiranja vremena.



Slika 4. Prikaz Trello ploče s karticama i listama

Trello je također dostupan na različitim uređajima, što uključuje web preglednike, mobilne aplikacije za Android i iOS, te desktop verzije. Sučelje je intuitivno i jednostavno za korištenje, čak i korisnicima koji se prvi put susreću s ovakvim tipom alata. Upravo ta dostupnost i pristupačnost pridonosi njegovoj popularnosti u obrazovnom kontekstu.

5. PRIMJENA TRELLA U AKADEMSKOM OKRUŽENJU

U Suvremenom obrazovnom kontekstu, osobito u visokoškolskim ustanovama, organizacija vremena i zadataka predstavlja ključ uspješnog studiranja. S obzirom na brojna predavanja, seminare, praktične zadatke i rokove predaje radova, studenti često traže alate koji će im omogućiti bolju kontrolu na obavezama i povećati učinkovitost. Upravo u tom segmentu Trello se pokazuje kao iznimno koristan alat koji može poslužiti za osobnu organizaciju, timski rad, praćenje napretka znanstvenih projekata, kao i za planiranje većih

aktivnosti, poput organizacije studentskih događaja ili vođenja seminarskih i završnih radova.

Jedna od najvažnijih prednosti Trella u akademskom okruženju jest njegova fleksibilnost. Studenti mogu koristiti Trello za praćenje dnevnih zadataka, poput bilježenja obaveza vezanih uz pojedine kolegije, ali i za dugoročno planiranje, primjerice vođenje evidencije o rokovima ispita, zadaćama koje se ponavljaju iz tjedna u tjedan ili pisanje diplomskog rada. Korištenje oznaka u boji, mogućnost dodavanja komentara, podsjetnika i datoteka omogućuje korisnicima da sve relativne informacije imaju objedinjene na jednom mjestu, dostupne u svakom trenutku s različitih uređaja.

Trello se pokazao i kao snažan alat za timsku suradnju u studentskim projektima. Na jednoj ploči može raditi više članova tima, pri čemu svaki korisnik može dobivati obavijesti o promjenama, ostavljati povratne informacije i jasno pratiti svoj i tuđi doprinos projektu. Ovakav način rada potiče transparentnost, bolju raspodjelu zadataka i smanjuje mogućnost nerazumijevanja među članovima tima. Također, profesori mogu koristiti Trello kako bi pratili rad studenata na projektima ili kako bi dijelili tjedne rasporede, zadatke i materijale.

Osim toga Trello može poslužiti i kao alat za upravljanja osobnim razvojem i postavljanjem ciljeva, što je sve češća praksa u visokom obrazovanju. Studenti mogu kreirati ploče za praćenje stručne literature koju žele pročitati, certifikata koje žele postići ili događanja na kojima žele sudjelovati, čime se potiče samostalno upravljanje karijerom i osobnim razvojem.

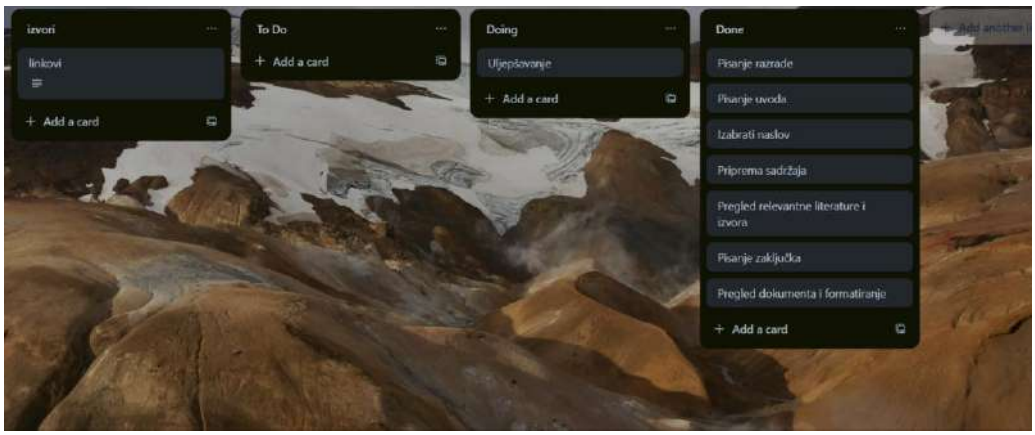
U kontekstu akademskog rada, Trello je također koristan alat za pripremu znanstvenih istraživanja. U takvim slučajevima, ploče se mogu strukturirati prema fazama rada, od definiranja teme i cilja istraživanja, prikupljanja literature i pisanja poglavlja, sve do lekture i konačne predaje. Svaka od tih faza može imati popis s karticama koje detaljno opisuju korake koje je potrebno poduzeti, a dodavanjem datuma i rokova moguće je precizno planirati dinamiku rada i izbjeći kašnjenja.

6. PRIMJENA TRELLA U IZRADI STUDENTSKOG ZNANSTVENOG RADA

Kao praktičan primjer korištenja Trella u akademskom kontekstu, analiziran je slučaj organizacije i izrade studentskog znanstvenog rada pomoću alata Trello. Rad na znanstvenom projektu zahtijeva jasno definirane faze, dobru raspodjelu

zadataka među članovima tima i učinkovit sustav praćenja napretka. Trello se pokazao kao izuzetno koristan alat u svim segmentima.

Rad je organiziran kroz posebno kreiranu Trello ploču koja je sadržavala niz lista. Svaka lista predstavljala je jednu fazu rada, od inicijalnog istraživanja, planiranja strukture rada, pisanja pojedinih poglavlja, pa sve do lekture i pripreme finalne verzije rada. Kartice su predstavljale konkretne zadatke, poput „Odabrati literaturu“, „Napisati uvod“, „pregledati dokument“ i slične aktivnosti.

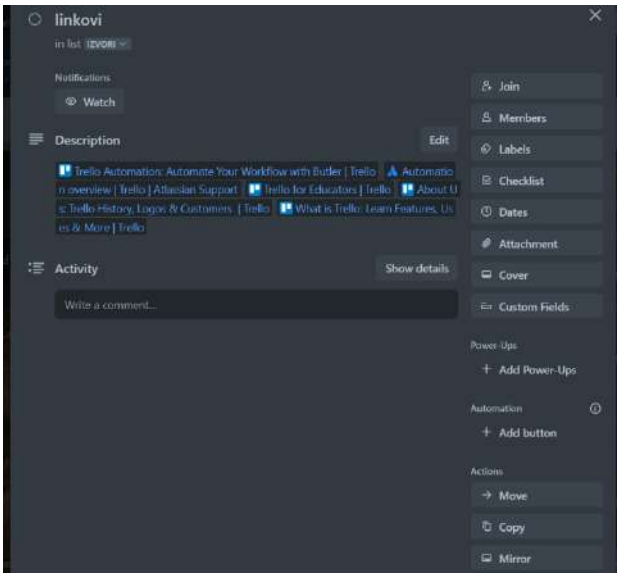


Slika 5. Izgled Trello ploče korištene u svrhu izrade znanstvenog rada

Za svaki zadatak unutar kartice definirani su rokovi, dodijeljene osobe, kao i komentari članova tima s prijedlozima, primjedbama i pohvalama. Korištenjem oznaka u boji dodatno se vizualno razlikovalo što je hitno, što je u tijeku, a što završeno. Svaka kartica sadržavala je i priloge. Time je svaka aktivnost imala jasno definirane elemente i centraliziranu dokumentaciju.

Osobito se korisno pokazala mogućnost postavljanja podsjetnika i obavijesti koje su tim upozoravale na približavanje rokova. Zahvaljujući preglednosti koju je Trello omogućio, lakše se može definirati kašnjenje i pravovremeno reagirati.

Kroz cijeli proces korištenja Trella uočena je i promjena u načinu suradnje članova tima. Smanjena je potreba za neprestanim usmenim dogovorima, a komunikacija se usmjerila na konkretne zadatke odrađene u rokovima. Svaki je član mogao neovisno pratiti napredak i preuzeti zadatke koji odgovaraju njegovim sposobnostima i raspoloživosti.



Slika 6. Prikaz mogućnosti Trello kartice

U konačnici, Trello se pokazao kao izuzetno učinkovitim alatom za organizaciju složenog akademskog zadatka, potičući produktivnost, bolju međusobnu komunikaciju i izvršavanje svih obaveza u zadanom roku. S obzirom na fleksibilnost i jednostavnost korištenja, ovakav se pristup može uspješno replicirati i u drugim projektima, ne samo u akademskom, već i u profesionalnom okruženju.

7. USPOREDBA TRELLA S DRUGIM DIGITALNIM ALATIMA ZA ORGANIZCAIJU ZADATAKA

Iako je Trello iznimno popularan zbog svoje jednostavnosti i vizualnog sučelja, na tržištu postoji niz drugih digitalnih alata za organizaciju zadataka i timskog rada, poput Asana, Microsoft Plannera, Notiona i Jirajema.

Asana, poput Trella, omogućuje strukturirano upravljanje projektima, ali uz više detalja na razini zadataka. Za razliku od Trella koji koristi Kanban pristup, Asana podržava različite prikaze, kao naprimjer vremensku traku, popise i kalendare, što je posebno korisno za dugoročnije projekte s više koraka. Međutim, studenti često ističu kako je Asana kompleksnija i zahtjeva dulje vrijeme privikavanja, dok je Trello brže spreman za upotrebu.

Microsoft Planner integriran je s drugim Microsoft alatima poput Outlooka i Teamsa, što može biti prednost u obrazovnim institucijama koje već koriste

Office 365 sustav. Ipak, Planner nema toliku fleksibilnost ni vizualnu slobodu kao Trello. Planneru nedostaju mogućnosti naprednog označavanja i detaljnog komentiranja unutar zadataka, što daje Trellu dodatnu popularnost.

Jira, kao proizvod istog vlasnika kao i Trella (Atlassian), predstavlja alat koji je prvenstveno namijenjen timovima u razvoju softvera. Nudi napredne funkcionalnosti poput planiranja sprintova, bilježenja grešaka i upravljanja verzijama, ali zbog svoje složenosti rijetko se koristi u obrazovnom kontekstu, osim ako se ne radi o IT projektima.

Notion se sve češće koristi kao multifunkcionalna platforma za bilježenje, organizaciju i kolaboraciju. Njegova snaga leži u mogućnosti kombiniranja teksta, tablica, popisa u baze podataka unutar jedne stranice. Iako Notion nudi izvanrednu prilagodljivost, njegov sustav može djelovati prenatrpano za korisnike koji preferiraju jednostavnu vizualnu organizaciju zadataka.

Tablica 4. Usporedba Trella sa drugim popularnim platformama.

Značajka	*Trello*	*Asana*	*Microsoft Planner*	*Notion*	*Jira*
Vizualna organizacija	+	+	+	+	-
Automatizacija	+	+	-	-	+
Integracija	+	+	+	+	+
Mobilna verzija	+	+	+	+	+
Jednostavnost učenja	+	+	+	-	-

8. BUDUĆNOST TRELLA I SLIČNIH ALATA U OBRAZOVANJU

Razvoj digitalnih alata za organizaciju rada neprestano se kreće prema većoj automatizaciji, personalizaciji i integraciji s drugim tehnologijama. U tom kontekstu, budućnost Trella obećava značajne inovacije koje će dodatno proširiti njegovu primjenu u obrazovanju.

Jedan od ključnih smjerova razvoja je integracija umjetne inteligencije. Već sada postoji mogućnost automatizacije zadataka pomoću Butlera koji može automatski raspoređivati zadatke, slati podsjetnike ili arhivirati završne kartice. Očekuje se da će buduće verzije omogućiti i inteligentne prijedloge na temelju korisničkih navika, kao i analizu učinkovitosti timskog rada.

Također, porast hibridnog i online obrazovanja otvorio je dodatni prostor za digitalne alate koji omogućuju kolaboraciju bez fizičke prisutnosti. Trello je već sada u prednosti jer funkcionira u oblaku, omogućava sinkronizaciju u stvarnom vremenu te ima široku kompatibilnost s drugim alatima poput Google Workspacea, Microsoft Teamsa, Slacka i mnogih drugih. S obzirom na sve veću potrebu za alatima koji su i funkcionalni i fleksibilni, može se pretpostaviti da će Trello, kao i slični alati, postati sastavni dio obrazovnih procesa, ne samo u visokom obrazovanju, već i u srednjoškolskom i cjeloživotnom učenju.

9. ZAKLJUČAK

Digitalna transformacija obrazovanja sve više potiče upotrebu alata koji omogućuju jasniju strukturu rada, bolju raspodjelu obveza i učinkovitiju suradnju među studentima i nastavnicima. Trello se u tom kontekstu istaknuo kao pristupačan, fleksibilan i moćan alat koji uspješno odgovara na izazove suvremenog akademskog okruženja.

Kroz pregled funkcionalnosti i usporedbu s drugim alatima pokazano je kako Trello omogućuje transparentno upravljanje zadacima, praćenje napretka i bolju komunikaciju unutar timova. Njegova jednostavnost čini ga izuzetno pogodnim za studente koji žele brzo usvojiti digitalne vještine upravljanja projektima bez potrebe za opsežnim tehničkim znanjem.

Iako postoje i drugi alati s naprednijem mogućnostima, upravo Trellova jasnoća i intuitivnost omogućuje njegovu široku primjenu u različitim obrazovnim

kontekstima. Uz daljnji razvoj automatizacije i integracije umjetne inteligencije, njegova uloga u obrazovanju može samo dodatno ojačati.
Na temelju svega navedenog, Trello se može preporučiti kao vrijedan digitalni saveznik svakom obrazovnom timu, s posebnim naglaskom na studentske projekte koji zahtijevaju visoku razinu organizacije i timske koordinacije.

LITERATURA

1. *Atlassian (2024a). Automate your workflow with Butler. URL: https://trello.com/butler-automation*
2. *Atlassian (2024b). Automation overview. URL: https://support.atlassian.com/trello/docs/automation-overview/*
3. *Atlassian (2024c). Trello for Educators. URL: https://trello.com/education*
4. *Atlassian (2024d). About trello: What's behind the boards. URL: https://trello.com/about*
5. *Atlassian (2024e). Your productivity powerhouse. URL: https://trello.com/tour*
6. *Canvas Business Model. (2025). A Brief History of Trello. URL: https://canvasbusinessmodel.com/blogs/brief-history/trello-brief-history*
7. *Digital Project Manager. (2025). Asana Vs. Trello: Comparison & Expert Reviews For 2025 URL: https://thedigitalprojectmanager.com/tools/asana-vs-trello/*
8. *GeeksforGeeks. (2024). History and Origin of the Kanban Methodology. URL: https://www.geeksforgeeks.org/history-and-origin-of-the-kanban-methodology/*
9. *Inbox by Gmail: Evolving the inbox to save you time. (2016). URL: https://workspaceupdates.googleblog.com/2016/08/inbox-by-gmail-evolving-the-inbox.html*
10. *Notion vs. Trello: How Notion does more for your team. (2025). URL: https://www.notion.com/compare-against/notion-vs-trello*
11. *Tech.co. Jira vs Trello: battle of the Project Management Software. (2025). URL: https://tech.co/project-management-software/jira-vs-trello*
12. *TechRepublic. Microsoft Planner vs Trello: Which one is best for you?. (2023). URL: https://www.techrepublic.com/article/microsoft-planner-vs-trello/*
13. *Wikipedia. (2025). Trello. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Trello*

SPREMNOST DJELATNIKA HITNIH SLUŽBI ZA PRUŽANJE TRANSKULTURALNO OSJETLJIVE SKRBI

READINESS OF EMERGENCY SERVICE PERSONNEL TO PROVIDE TRANSCULTURALLY SENSITIVE CARE

Stručni rad/ Professional paper

***v. pred. Ksenija Eljuga* ***

Tomislav Filipović, student*

v. pred. Goranka Rafaj*

***v. pred. Sabina Bis* ***

Sažetak

Transkulturalno osjetljiva skrb podrazumijeva pružanje zdravstvene skrbi koja uvažava kulturne vrijednosti, uvjerenja, običaje i jezik pacijenata, s ciljem očuvanja dostojanstva i osiguravanja boljih ishoda liječenja. Istraživanje koje je provedeno u veljači 2025. godine među djelatnicima objedinjenog hitnog bolničkog prijema i izvanbolničke hitne službe u Hrvatskoj imalo je za cilj ispitati razinu znanja i kompetencija o transkulturalnoj skrbi, te s kojim izazovima se djelatnici hitnih službi susreću, kao i spremnost za dodatnom edukacijom. Rezultati pokazuju da od ukupno 341 ispitanika, samo 29,3 % smatra da su spremni ili potpuno spremni raditi s pacijentima iz kulturološki različitih sredina, dok 38,4 % zauzima neutralan stav, a 28,2 % priznaje osjećaj nespremnosti. Više od trećine ispitanika (35,8 %) uopće nije upoznato s pojmom transkulturalne kompetencije, a gotovo polovica smatra da njihova ustanova ne primjenjuje nikakve protokole prilagođene takvim pacijentima. Najčešće istaknute prepreke u pružanju skrbi su jezične barijere (50,7 %), razlike u shvaćanju bolesti i liječenja, vjerska uvjerenja i razlike u komunikacijskim stilovima. Samo 9,7 % ispitanika sudjelovalo je u stručnim edukacijama o transkulturalnoj skrbi unutar ustanove, dok je njih 24% prošlo takve sadržaje tijekom obrazovanja. Iako 49,6 % ispitanika smatra transkulturalne kompetencije važnima, zabrinjava podatak da značajan broj djelatnika, osobito izvanbolničkih službi, izražava nezainteresiranost za dodatne edukacije. Kao najbolji oblik edukacije ispitanici

* Veleučilište u Bjelovaru i Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet u Zagrebu, email: keljuga@vub.hr

* OŽB Našice i Veleučilište u Bjelovaru, email: tfilipovic@vub.hr

* Veleučilište u Bjelovaru, email: grafaj@vub.hr

* Veleučilište u Bjelovaru, email: sbis@vub.hr

navode kombinaciju predavanja, radionica, simulacija i online tečajeva. Ovo istraživanje jasno ukazuje na potrebu za sustavnim razvojem edukacija, podizanjem svijesti i uvođenjem protokola kako bi se osigurala ravnopravna i kvalitetna skrb za sve pacijente, neovisno o njihovoj kulturološkoj pripadnosti.

Ključne riječi: *transkulturalna skrb, hitne službe, kulturološka kompetencija, edukacija*

Abstract

Transculturally sensitive care refers to the provision of healthcare that respects patients' cultural values, beliefs, customs, and language, with the aim of preserving dignity and ensuring better treatment outcomes. A study conducted in February 2025 among staff in hospital emergency departments and out-of-hospital emergency services in Croatia aimed to examine the level of knowledge and competencies regarding transcultural care, the challenges emergency service personnel face, and their readiness for additional education. The results show that out of a total of 341 respondents, only 29.3% consider themselves ready or fully ready to work with patients from culturally diverse backgrounds, while 38.4% hold a neutral stance, and 28.2% admit feeling unprepared. More than one-third of respondents (35.8%) are not familiar at all with the concept of transcultural competence, and nearly half believe that their institution does not apply any protocols tailored to such patients. The most frequently highlighted barriers in providing care are language barriers (50.7%), differences in understanding illness and treatment, religious beliefs, and differences in communication styles. Only 9.7% of respondents have participated in professional education on transcultural care within their institution, while 24% encountered such content during their formal education. Although 49.6% of respondents consider transcultural competencies important, it is concerning that a significant number of personnel, especially from out-of-hospital services, express disinterest in additional education. Respondents identified a combination of lectures, workshops, simulations, and online courses as the most effective form of training. This study clearly points to the need for systematic development of educational programs, raising awareness, and introducing protocols to ensure equal and high-quality care for all patients, regardless of their cultural background.

Keywords: *transcultural care, emergency services, cultural competence, education*

1. UVOD

Globalizacija, migracije i stvaranje multikulturalnih društva povećavaju potrebu za kulturološki osjetljivom zdravstvenom skrbi. Transkulturalna skrb definira se kao sposobnost zdravstvenih djelatnika da učinkovito i s poštovanjem pristupe pacijentima različitih kulturnih pozadina (Leininger i McFarland, 2006). U bolničkim i izvanbolničkim hitnim službama, gdje su intervencije često vremenski ograničene, važno je osigurati adekvatnu skrb koja uzima u obzir, osim stručnih i transkulturalne kompetencije. Dosadašnja istraživanja pokazuju da nedostatak trankulturoloških kompetencija može dovesti do nesporazuma, pogrešnih dijagnoza, smanjenog zadovoljstva pacijenata i u konačnici do loših ishoda liječenja (Jeffreys, 2016).

2. CILJ RADA

Cilj ovog rada bio je ispitati razinu znanja zdravstvenih djelatnika hitnih službi u Hrvatskoj za pružanje kulturološki osjetljive skrbi, identificirati postojeće prepreke te utvrditi potrebu za dodatnom edukacijom i razvojem institucionalnih protokola.

3. METODE

Provedeno je presječno anonimno istraživanje na uzorku od 341 ispitanika zaposlenih u bolničkoj i izvanbolničkoj hitnoj službi u Hrvatskoj. Podaci su prikupljeni anonimnom anketom koja je sadržavala pitanja o demografskim podacima, edukaciji, upoznatosti s pojmom transkulturalne skrbi, korištenju prevoditelja i digitalnih alata, kao i samoprocjeni znanja i spremnosti za rad s pacijentima različitih kultura. Kategorijski podatci su predstavljeni apsolutnim i relativnim frekvencijama. Razlike u kategoričkim varijablama testirane su χ^2 testom, a po potrebi Fisherovim egzaktnim testom. Sve *P* vrijednosti su dvostrane. Razina značajnosti je postavljena na alpha = 0,05. Za statističku analizu koristio se statistički paket MedCalc® Statistical Software version 23.1.7 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium; https://www.medcalc.org; 2025).

4. REZULTATI

Istraživanje je obuhvatilo 341 djelatnika, od kojih je 135 (36,6 %) zaposleno u izvanbolničkoj hitnoj službi, a 206 (55,8 %) u bolničkoj hitnoj službi (OHBP).

U izvanbolničkoj hitnoj službi zaposleno je značajno više muškaraca u usporedbi s bolničkom hitnom službom (Fisherov egzaktni test, $P < 0,001$). U dobnoj skupini od 25 do 35 godina nalazi se 137 ispitanika (40,2 %), dok je ispitanika starijih od 55 godina 13 (3,8 %), a mlađih od 25 godina 48 (14,1 %). S obzirom na radno mjesto, najveći udio ispitanika čine medicinske sestre i tehničari (bilo koje razine obrazovanja), njih ukupno 264 (77,4 %). Liječnika je 37 (10,9 %), pomoćnog osoblja 6 (1,8 %), a vozača hitne pomoći 15 (4,4 %). Nije utvrđena statistički značajna razlika u raspodjeli zanimanja između bolničke i izvanbolničke hitne službe (Tablica 1).

Tabela 1. Opća obilježja ispitanika

	Broj (%) ispitanika			
	Izvanbolnička Hitna služba (n = 135)	OHBP (n = 206)	Ukupno (n = 341)	*P**
Spol				
Muškarci	72 (53,3)	66 (32)	138 (40,5)	
Žene	62 (45,9)	139 (67,5)	201 (58,9)	**<0,001**†
Ne želi se izjasniti	1 (0,7)	1 (0,5)	2 (0,6)	
Dob				
< 25 godina	15 (11,1)	33 (16)	48 (14,1)	
25 – 35 godina	58 (43)	79 (38,3)	137 (40,2)	
36 – 45 godina	39 (28,9)	57 (27,7)	96 (28,2)	0,23
46 – 55 godina	21 (15,6)	26 (12,6)	47 (13,8)	
> 55 godina	2 (1,5)	11 (5,3)	13 (3,8)	
Radno mjesto				
Medicinska sestra/tehničar (ms opće njege, bacc.med.techn., mag.med.techn., spec. u djelatnosti hitne službe)	97 (71,9)	167 (81,1)	264 (77,4)	0,08†
Medicinska sestra/tehničar i vozač/ica hitne službe	10 (7,4)	9 (4,4)	19 (5,6)	

Liječnik/ica	21 (15,6)	16 (7,8)	37 (10,9)
Pomoćno osoblje	1 (0,7)	5 (2,4)	6 (1,8)
Vozač/ica hitne pomoći	6 (4,4)	9 (4,4)	15 (4,4)

*χ^2 test; †Fisherov egzaktni test

Izvanbolnička služba zastupljena je s nešto više ispitanika iz ZZHM Zagrebačke županije, ZHM Sisačko-moslavačke županije te ZHM Bjelovarsko-bilogorske i ZHM Osječko-baranjske županije. Bolnička hitna služba zastupljena je s nešto više ispitanika iz KB Dubrava, OB Karlovac, OŽB Našice te KBC Zagreb, dok su ostale bolnice zastupljene manjim brojem ispitanika (Tablica 2).

Tabela 2. Raspodjela ispitanika prema trenutnom mjestu zaposlenja u izvanbolničkoj ili bolničkoj hitnoj službi

	Broj (%) ispitanika		Broj (%) ispitanika
Izvanbolnička Hitna služba		**Bolnička hitna služba**	
HZM Međimurske županije	1 (0,8)	KB Dubrava	21 (10,2)
ZHM Bjelovarsko-bilogorske županije	12 (9,5)	KB Sveti Duh	8 (3,9)
ZHM Brodsko-posavske županije	1 (0,8)	KBC Osijek	10 (4,9)
ZHM Dubrovačko-neretvanske županije	3 (2,4)	KBC Sestre milosrdnice	6 (2,9)
ZHM Grada Zagreba	1 (0,8)	KBC Split	12 (5,8)
ZHM Istarske županije	1 (0,8)	KBC Zagreb	15 (7,3)
ZHM Karlovačke županije	4 (3,2)	OB Karlovac	19 (9,2)
ZHM Koprivničko-križevačke županije	9 (7,1)	OB Virovitica	7 (3,4)
ZHM Krapinsko-zagorske županije	1 (0,8)	OB "Dr. Anđelko Višić" Bjelovar	3 (1,5)
ZHM Ličko - senjske županije	7 (5,6)	OB "Dr. Ivo Pedišić" Sisak	9 (4,4)
ZHM Osječko-baranjske županije	12 (9,5)	OB "Dr. Josip Benčević" Sl. Brod	6 (2,9)
ZHM Požeško-slavonske županije	3 (2,4)	OB "Dr. Tomislav Bardek" Koprivnica	13 (6,3)
ZHM Primorsko-goranske županije	2 (1,6)	OB Dubrovnik	5 (2,4)
ZHM Sisačko-moslavačke županije	21 (16,7)	OB Gospić	1 (0,5)
ZHM Splitsko-dalmatinske županije	4 (3,2)	OB Pula	4 (1,9)
ZHM Šibensko-kninske županije	5 (4)	OB Šibensko-kninske županije	13 (6,3)
ZHM Varaždinske županije	2 (1,6)	OB Zabok i bolnica hrvatskih	1 (0,5)

		veterana	
ZHM Virovitičko-podravske županije	1 (0,8)	OB Zadar	16 (7,8)
ZHM Vukovarsko-srijemske županije	2 (1,6)	Opća županijska bolnica Našice	18 (8,7)
ZHM Zadarske županije	3 (2,4)	Opća županijska bolnica Pakrac i bolnica hrvatskih veterana	2 (1)
ZZHM Zagrebačke županije	31 (24,6)	Opća županijska bolnica Požega	5 (2,4)
		Opća županijska bolnica Vinkovci	2 (1)
		Županijska bolnica Čakovec	10 (4,9)

U stručnim edukacijama vezanim uz transkulturalnu skrb unutar svojih matičnih ustanova sudjelovalo je 33 ispitanika (9,7 %). Dodatno, 82 ispitanika (24 %) navode kako su u takvim edukacijama sudjelovali tijekom obrazovanja u srednjim školama, na fakultetima ili drugim oblicima formalnog obrazovanja. Nije utvrđena statistički značajna razlika u sudjelovanju u edukacijama s obzirom na trenutno mjesto rada (Tablica 3).

Tabela 3. Sudjelovanje na stručnim edukacijama vezanim za transkulturalnu skrb u ustanovi i tijekom školovanja u odnosu na skupine

	Broj (%) ispitanika			*P**
	Izvanbolnička Hitna služba	OHBP	Ukupno	
Sudjelovali su u stručnim edukacijama vezanim za transkulturalnu skrb u svojim ustanovama u kojima ste zaposleni	17 (12,6)	16 (7,8)	33 (9,7)	0,14
Sudjelovali su u edukacijama vezanim za transkulturalnu skrb na obrazovnim ustanovama koje su pohađali (srednja škola, fakulteti, druge vrste obrazovanja)	30 (22,2)	52 (25,2)	82 (24)	0,52

*χ^2 test

S pojmom transkulturalne kompetencije dobro ili vrlo dobro je upoznato 35 ispitanika (10,3 %), dok njih 97 (28,4 %) navodi da su djelomično upoznati, ali ne dovoljno. S druge strane, 119 ispitanika (34,9 %) izjavljuje da nisu uopće upoznati s pojmom transkulturalne kompetencije. Ispitanici zaposleni u

izvanbolničkoj hitnoj službi, u usporedbi s onima iz OHBP-a, značajno češće navode da nisu upoznati s tim pojmom (χ^2 test, P = 0,03).

Da su transkulturalne kompetencije važne u radu zdravstvenih djelatnika u hitnim službama smatra ukupno 169 ispitanika (49,6 %), pri čemu je takav stav značajno zastupljeniji među ispitanicima iz OHBP-a. S druge strane, značajno veći udio ispitanika iz izvanbolničke hitne službe smatra da transkulturalne kompetencije uopće nisu važne (χ^2 test, P = 0,02).

Kao najučinkovitiji oblik edukacije o transkulturalnoj skrbi, 150 ispitanika (44 %) navodi kombinaciju teoretskih predavanja, radionica s praktičnim primjerima, simulacija i scenarija iz prakse, uz online tečajeve i webinare. Nepotrebnost edukacije navodi 15 ispitanika (4,4 %), pri čemu je takav stav značajno češći među ispitanicima iz izvanbolničke hitne službe (njih 10, odnosno 7,4 %) (χ^2 test, P = 0,02) (Tablica 4).

Tabela 4. Upoznatost s pojmom transkulturalne kompetencije i važnost u radu zdravstvenih djelatnika u hitnim službama

	Broj (%) ispitanika			*P**
	Izvanbolnička Hitna služba	OHBP	Ukupno	
Koliko ste upoznati s pojmom transkulturalna kompetencija				
Nisam upoznat/a	56 (41,5)	63 (30,6)	119 (34,9)	**0,03**
Malo sam upoznat/a	33 (24,4)	57 (27,7)	90 (26,4)	
Upoznat/a sam, ali ne dovoljno	30 (22,2)	67 (32,5)	97 (28,4)	
Dobro sam upoznat/a	11 (8,1)	18 (8,7)	29 (8,5)	
Vrlo dobro sam upoznat/a	5 (3,7)	1 (0,5)	6 (1,8)	
Smatrate li da su transkulturalne kompetencije važne u radu zdravstvenih djelatnika u hitnim službama				
Uopće nisu važne	7 (5,2)	2 (1)	9 (2,6)	**0,02**
Nisu važne	1 (0,7)	2 (1)	3 (0,9)	
Neutralno	53 (39,3)	61 (29,6)	114 (33,4)	
Važne su	55 (40,7)	114 (55,3)	169 (49,6)	
Vrlo su važne	19 (14,1)	27 (13,1)	46 (13,5)	
Koje metode edukacije o transkulturalnoj skrbi smatrate najučinkovitijima				
Teoretska predavanja	25 (18,5)	38	63 (18,5)	0,99

Radionice s praktičnim primjerima	41 (30,4)	(18,4) 60 (29,1)	101 (29,6)	0,81
Simulacije i scenariji iz prakse	45 (33,3)	59 (28,6)	104 (30,5)	0,36
Online tečajevi i webinari	19 (14,1)	22 (10,7)	41 (12)	0,35
Sve navedeno	53 (39,3)	97 (47,1)	150 (44)	0,15
Edukacije nisu potrebne	10 (7,4)	5 (2,4)	15 (4,4)	**0,02**

*χ^2 test

Najčešće barijere s kojima se zdravstveni djelatnici susreću u radu s pacijentima iz drugih kulturnih sredina su jezične barijere, koje je navelo 173 ispitanika (50,7 %), pri čemu su one značajno češće istaknute od strane djelatnika OHBP-a (χ^2 test, P = 0,02). Nadalje, 132 ispitanika (38,7 %) navodi sve navedene prepreke kao izazov u radu: jezične barijere, razlike u shvaćanju bolesti i liječenja, vjerska uvjerenja te razlike u komunikacijskim stilovima.
Prevoditelje ili posrednike u komunikaciji s pacijentima koji ne govore hrvatski jezik značajno rjeđe koriste djelatnici izvanbolničke hitne službe u usporedbi s djelatnicima OHBP-a (Fisherov egzaktni test, P = 0,001). Povremeno korištenje dostupnih digitalnih alata za prevođenje – poput *Google Translate*, *Care to Translate, ChatGPT* i sličnih – navodi 135 ispitanika (39,6 %). Iako digitalne aplikacije nešto češće koriste djelatnici OHBP-a, razlika nije statistički značajna (Tabela 5).

Tabela 5. Kulturni izazovi s kojima se djelatnici susreću, te učestalost korištenja prevoditelja ili digitalnih aplikacija za sporazumijevanje s pacijentima koji ne govore hrvatski jezik

	Broj (%) ispitanika			*P**
	Izvanbolnička Hitna služba	OHBP	Ukupno	
S kojim kulturnim izazovima se najčešće susrećete u radu s pacijentima u hitnim službama?				
Jezične barijere	58 (43)	115 (55,8)	173 (50,7)	**0,02**
Razlike u shvaćanju bolesti i liječenja	39 (28,9)	54 (26,2)	93 (27,3)	0,59
Vjerska uvjerenja	10 (7,4)	20 (9,7)	30 (8,8)	0,46
Razlike u komunikacijskim stilovima	18 (13,3)	41 (19,9)	59 (17,3)	0,12

Sve navedeno	54 (40)	78 (37,9)	132 (38,7)	0,69
Koliko često koristite prevoditelja ili posrednika u komunikaciji s pacijentima koji ne govore hrvatski jezik				
Nikada	33 (24,4)	21 (10,2)	54 (15,8)	**0,001**†
Rijetko	50 (37)	74 (35,9)	124 (36,4)	
Povremeno	41 (30,4)	75 (36,4)	116 (34)	
Često	8 (5,9)	31 (15)	39 (11,4)	
Uvijek	3 (2,2)	5 (2,4)	8 (2,3)	
Koliko često koristite dostupne digitalne alate poput Google prevoditelja, Careto translate, ChatGPT i ostalo, u komunikaciji s pacijentima koji ne govore hrvatski jezik?				
Nikada	20 (14,8)	17 (8,3)	37 (10,9)	0,07
Rijetko	34 (25,2)	35 (17)	69 (20,2)	
Povremeno	46 (34,1)	89 (43,2)	135 (39,6)	
Često	29 (21,5)	53 (25,7)	82 (24)	
Uvijek	6 (4,4)	12 (5,8)	18 (5,3)	

*χ^2 test; †Fisherov egzaktni test

Da se osjećaju spremno ili potpuno spremno za rad s pacijentima koji dolaze iz kulturološki različitih sredina izjavilo je 100 ispitanika (29,3 %), dok je najveći broj, njih 131 (38,4 %), zauzeo neutralan stav. Da nedostatna znanja zdravstvenih djelatnika o transkulturalnoj skrbi mogu negativno utjecati na ishode liječenja i zadovoljstvo pacijenata iz drugih kulturoloških sredina smatra 128 ispitanika (37,5 %), dok njih 155 (45,5 %) smatra da takvo znanje djelomično utječe. Ukupno 12 ispitanika (3,5 %) navodi da im nije važno utječe li znanje o transkulturalnoj skrbi na ishode liječenja i zadovoljstvo pacijenata. Nije utvrđena statistički značajna razlika u odgovorima s obzirom na trenutno radno mjesto.

Da njihova ustanova primjenjuje protokole za pacijente koji zahtijevaju transkulturalno prilagođenu skrb navodi 15 ispitanika (4,4 %), dok njih 170 (49,9 %) smatra da takvi protokoli ne postoje, a 156 (45,7 %) ispitanika navodi da nisu sigurni. Značajno veći udio ispitanika iz izvanbolničke hitne službe navodi da ustanova ne primjenjuje protokole vezane uz transkulturalnu skrb (χ^2 test, P = 0,008) (Tabela 6).

Tabela 6. Raspodjela ispitanika prema samoprocjeni svojih znanja i vještina za rad s pacijentima koji dolaze iz kulturološki različitih sredina, te utjecaj znanja na ishode liječenja

	Broj (%) ispitanika			*P**
	Izvanbolnička Hitna služba	OHBP	Ukupno	
Smatrate li da imate dovoljno znanja i vještina za rad s pacijentima koji dolaze iz kulturološki različitih sredina				
Uopće se ne osjećam spremno	6 (4,4)	6 (2,9)	12 (3,5)	
Ne osjećam se dovoljno spremno	31 (23)	67 (32,5)	98 (28,7)	
Neutralno	56 (41,5)	75 (36,4)	131 (38,4)	0,39
Osjećam se spremno	37 (27,4)	51 (24,8)	88 (25,8)	
Potpuno sam spreman/a	5 (3,7)	7 (3,4)	12 (3,5)	
Smatrate li da nedostatna znanja zdravstvenih djelatnika o transkulturanoj skrbi mogu loše utjecati na ishode liječenja i zadovoljstvo pacijenata iz druge kulturološke sredine?				
Da	50 (37)	78 (37,9)	128 (37,5)	
Djelomično	60 (44,4)	95 (46,1)	155 (45,5)	
Ne	14 (10,4)	18 (8,7)	32 (9,4)	0,98
Nije mi važno	5 (3,7)	7 (3,4)	12 (3,5)	
Nisam siguran/a	6 (4,4)	8 (3,9)	14 (4,1)	
Primjenjuje li Vaša ustanova u kojoj ste zaposleni neke protokole za pacijente koji zahtijevaju transkulturalno prilagođenu skrb?				
Da	1 (0,7)	14 (6,8)	15 (4,4)	
Ne	77 (57)	93 (45,1)	170 (49,9)	**0,008**
Nisam siguran/a	57 (42,3)	99 (48,1)	156 (45,7)	

*χ^2 test

Od protokola koji se primjenjuju u pojedinim ustanovama ispitanici navode sljedeće: angažiranje prevoditelja (često u suradnji s Ministarstvom unutarnjih poslova), primjena specifičnih protokola za izbjeglice iz Ukrajine i Turske (uključujući prevoditelja i pristupnik za zbrinjavanje), te gotovi obrasci s osnovnim pitanjima na više jezika koje koristi trijažna sestra, a koji značajno olakšavaju komunikaciju i trijažu stranih državljana. Također, kao oblik prilagođene skrbi navodi se i prilagođena prehrana za pripadnike pojedinih kultura.

Značajno veći broj ispitanika iz izvanbolničke hitne službe iskazuje nezainteresiranost za sudjelovanje u edukacijama o transkulturalnoj skrbi unutar vlastite ustanove, u usporedbi s djelatnicima OHBP-a (χ^2 test, P = 0,009) (Tabela 7).

Tabela 7. Zainteresiranost za sudjelovanje u edukacijama o transkulturalnoj skrbi u njihovoj ustanovi

	Broj (%) ispitanika			*P**
	Izvanbolnička Hitna služba	OHBP	Ukupno	
Koliko biste bili zainteresirani za sudjelovanje u edukacijama o transkulturalnoj skrbi u Vašoj ustanovi				
1 (nisam zainteresiran/a)	17 (12,6)	6 (2,9)	23 (6,7)	
2	15 (11,1)	26 (12,6)	41 (12)	
3	41 (30,4)	74 (35,9)	115 (33,7)	**0,009**
4	34 (25,2)	46 (22,3)	80 (23,5)	
5 (jako sam zainteresiran/a)	28 (20,7)	54 (26,2)	82 (24)	

*χ^2 test

Među prijedlozima za unapređenje transkulturalne skrbi u hitnoj medicinskoj službi, ispitanici najčešće ističu potrebu za edukacijom. Kao ključnu temu navode upoznavanje s pojmom transkulturalne skrbi, uz naglasak na podizanje svijesti o rasnim, kulturnim i društvenim vrijednostima. Kao mogući prvi korak predlažu organizaciju predavanja o kulturološkim vrijednostima pacijenata, kako bi se što bolje zadovoljile njihove osnovne ljudske potrebe.

Značajan broj ispitanika ističe i važnost razvoja humanog pristupa i empatije kod medicinskih djelatnika, neovisno o kulturi, nacionalnosti ili drugim razlikama pacijenata. Uz to, kao praktične mjere predlaže se osiguranje online prevoditelja dostupnih 24 sata dnevno, kao i službenih uređaja za prevođenje. Spominje se i potreba za tiskanim edukativnim brošurama, te kontinuirano usavršavanje engleskog jezika među djelatnicima.

S druge strane, dio ispitanika smatra da bi se pacijenti – posebno doseljenici – trebali asimilirati u postojeći sustav. Također, neki zdravstveni djelatnici izražavaju skepticizam prema dodatnim edukacijama vezanima uz transkulturalnu skrb, navodeći da ih ta tema osobno ne zanima i da ne vide potrebu za dodatnim usavršavanjem u tom području. Neki ispitanici naglašavaju kako je primarna svrha hitne službe spašavanje života i zbrinjavanje teško bolesnih ili ozlijeđenih pacijenata. Budući da se u većini zemalja primjenjuju slične smjernice i protokoli, smatraju da je transkulturalna skrb u tom kontekstu manje važna, pod uvjetom da je pacijent zbrinut u skladu s propisanim medicinskim standardima.

5. RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja poklapaju se s rezultatima sličnih studija koje ukazuju na nisku razinu transkulturalnih kompetencija među zdravstvenim djelatnicima (Douglas et al., 2014; Shen, 2015). Nedavna studija objavljena u časopisu JEMS (2023) pokazala je da kontinuirano obrazovanje i samorefleksija značajno poboljšavaju praksu u radu s raznolikim populacijama. Učinci treninga kulturne kompetencije među medicinskim sestrama u hitnim službama dodatno su potvrđeni u istraživanju Clinical Advisor (2023), gdje su video materijali i evaluacija pokazali pozitivan utjecaj na znanje i vještine. Sustavni pregled (Springer, 2024) naglasio je važnost prevoditelja, kulturnih posrednika i edukacije kao ključnih alata za poboljšanje skrbi u hitnim službama. Ovi rezultati ukazuju na to da nedostatak institucionalne podrške u Hrvatskoj nije izoliran slučaj, ali istovremeno ističu potrebu za sustavnim promjenama. Posebno zabrinjava nezainteresiranost za dodatne edukacije, što može biti povezano s radnim opterećenjem, percepcijom hitne skrbi kao univerzalne ili nedostatkom motivacije.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja može se zaključiti da razina transkulturalnih kompetencija među zdravstvenim djelatnicima hitnih službi nije na zadovoljavajućoj razini. Uočava se potreba za dodatnim edukacijama koje bi uključivale teorijska predavanja, praktične radionice i simulacije stvarnih situacija. Također, ističe se važnost uvođenja institucionalnih protokola i dostupnosti prevoditelja i digitalnih alata kako bi se olakšala komunikacija s pacijentima iz različitih kulturnih sredina. Unapređenje transkulturalne skrbi prepoznaje se kao važan čimbenik za osiguravanje ravnopravnosti, očuvanje dostojanstva pacijenata i postizanje boljih ishoda liječenja u hitnim službama. Sustavno ulaganje u edukaciju i podizanje svijesti o važnosti transkulturalnih kompetencija predstavlja ključan korak prema kvalitetnijoj i učinkovitijoj zdravstvenoj skrbi.

LITERATURA

1. Douglas, M.K., Rosenkoetter, M., Pacquiao, D.F., Callister, L.C., Hattar-Pollara, M., Lauderdale, J., Milstead, J., Nardi, D. and Purnell, L. (2014) Guidelines for implementing culturally competent nursing care. *Journal of Transcultural Nursing*, 25(2), pp.109–121.

2. EQUATOR Network. (2025). Enhancing the Quality and Transparency Of Health Research. Available at: https://www.equator-network.org (Pristupljeno: 2.5.2025).
3. Jeffreys, M. R. (2016). Teaching cultural competence in nursing and health care: Inquiry, action, and innovation. 3rd ed. Springer Publishing Company.
4. JEMS. (2023). Understanding cultural competency in EMS. Available at: https://www.jems.com/ems-management/understanding-cultural-competency-in-ems (Pristupljeno: 2.5.2025.).
5. Leininger, M. M., McFarland, M. R. (2006). Culture care diversity and universality: A worldwide nursing theory. 2nd ed. Jones & Bartlett Learning.
6. Shen, Z. (2015). Cultural competence models and cultural competence assessment instruments in nursing: A literature review. Journal of Transcultural Nursing, 26(3), 308-321.
7. Springer. (2024). Systematic review of interventions to improve emergency care for culturally and linguistically diverse adults. Available at: https://link.springer.com/article/10.1007/s40615-023-01876-z (Pristupljeno: 3.5.2025.)

PRIMJENA GENETSKOG ALGORITMA ZA GENERIRANJE RASPOREDA NASTAVE

APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM FOR CLASS SCHEDULE GENERATION

Stručni rad/ Professional paper

Mag.comp.ing. Krešimir Markota*

Domagoj Jurčec, student*

Univ. mag. ing. el. techn. Inf. Dario Vidić*

Mag. ing. inf. et comm. techn, Ivan Sekovanić*

Sažetak

Ovaj rad bavi se problemom automatskog generiranja rasporeda nastave korištenjem genetskog algoritma. Kroz implementaciju algoritma razvijen je sustav koji uspješno raspoređuje predmete, nastavnike i učionice tako da izbjegne vremenska preklapanja. Algoritam se temelji na klasičnim evolucijskim koracima: inicijalizaciji populacije, evaluaciji rješenja, selekciji, križanju i mutaciji. U svim provedenim eksperimentima postignuta su rješenja bez sukoba, pri čemu se prosječno rješenje postizalo u nešto više od 1300 generacija unutar četiri sekunde izvođenja. Vizualizacije rezultata pokazuju razliku u ponašanju algoritma kod jednostavnijih i složenijih slučajeva, te ukazuju na važnost pravilnog podešavanja parametara. Iako algoritam daje funkcionalna rješenja, prepoznati su i određeni nedostaci, poput osjetljivosti na inicijalne uvjete i ograničenosti evaluacije. Zaključno, predstavljeni pristup pokazuje praktičan potencijal, ali i prostor za nadogradnju u smjeru realističnijih i višekriterijskih rješenja.

***Ključne riječi**: genetski algoritam, raspored nastave, optimizacija, preklapanja*

Abstract

This paper addresses the problem of automatic class timetable generation using a genetic algorithm. Through the implementation of this algorithm, a system was developed that successfully assigns subjects, teachers, and

* Veleučilište u Bjelovaru, email: kmarkota@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: djurcec@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: dvidic@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: isekovanic@vub.hr

classrooms while avoiding time conflicts. The algorithm follows standard evolutionary steps: population initialization, solution evaluation, selection, crossover, and mutation. In all conducted experiments, conflict-free solutions were achieved, with an average of over 1300 generations and a runtime of approximately four seconds. Result visualizations demonstrate differences in algorithm behavior between simple and complex cases and highlight the importance of proper parameter tuning. While the algorithm provides functional results, some limitations have been identified, such as sensitivity to initial conditions and constraints in evaluation logic. In conclusion, the proposed approach shows practical potential but also room for improvement toward more realistic and multi-criteria scheduling solutions.

***Keywords**: Genetic algorithm, class timetable, optimization, conflicts.*

1. UVOD

Planiranje rasporeda nastave predstavlja jedan od najzahtjevnijih problema kombinatorne optimizacije u obrazovnim institucijama. Riječ je o NP-teškom problemu koji uključuje velik broj ograničenja, poput dostupnosti nastavnika, kapaciteta učionica, vremenskih okvira te izbjegavanja preklapanja nastavnih sati (Pillay, N. 2014). Tradicionalni pristupi, poput ručnog planiranja ili heurističkih metoda, često su neučinkoviti i skloni pogreškama, osobito u većim sustavima s brojnim varijablama. Genetski algoritmi, kao dio šire klase evolucijskih algoritama, pokazali su se učinkovitima u rješavanju složenih optimizacijskih problema, uključujući i problem izrade rasporeda nastave. Ovi algoritmi oponašaju procese prirodne selekcije i evolucije kako bi pronašli optimalna ili blizu optimalna rješenja unutar velikih prostora pretraživanja. Njihova sposobnost da se prilagode različitim vrstama ograničenja i ciljeva čini ih posebno pogodnima za primjenu u obrazovnom kontekstu.

U ovom radu predstavljen je sustav za automatsko generiranje školskog rasporeda temeljen na genetskom algoritmu. Sustav je implementiran u programskom jeziku Python, uz korištenje biblioteka kao što su pandas i matplotlib za obradu podataka i vizualizaciju rezultata. Cilj rada je demonstrirati učinkovitost genetskog pristupa u generiranju rasporeda bez sukoba, analizirati performanse algoritma kroz više pokretanja te usporediti dobivene rezultate međusobno.

Struktura rada organizirana je kroz pet poglavlja. U prvom poglavlju uvodno se opisuje problem generiranja rasporeda i motivacija za korištenje genetskog algoritma. Drugo poglavlje daje teorijsku osnovu genetskih algoritama te

objašnjava njihove osnovne komponente i principe rada. Treće poglavlje fokusira se na implementaciju algoritma za generiranje rasporeda nastave, s detaljima o načinu inicijalizacije, evaluacije, križanja i mutacije. Četvrto poglavlje prikazuje rezultate izvođenja algoritma, uključujući uspješnost pronalaska rješenja bez preklapanja, vrijeme izvođenja te analizu grafičkih prikaza. Posljednje, peto poglavlje donosi zaključke na temelju provedenog istraživanja i razmatra moguće smjerove budućeg razvoja sustava.

2. GENETSKI ALGORITMI

Genetski algoritmi (GA) predstavljaju jednu od najpoznatijih metoda unutar područja evolucijskog računanja, koja koristi principe prirodne selekcije i genetike za rješavanje složenih optimizacijskih problema. Nadahnuti Darwinovom teorijom evolucije, ovi algoritmi modeliraju proces prirodne evolucije kako bi pronašli rješenja u velikim i složenim prostorima pretraživanja. Genetski algoritmi korisni su u situacijama gdje konvencionalne metode traženja optimalnog rješenja postaju neučinkovite, kao što je slučaj s NP-teškim problemima, uključujući raspoređivanje, optimizaciju ruta, dizajn sustava, i slično
Osnovna ideja je vrlo intuitivna – umjesto da se traži optimalno rješenje na klasičan način, genetski algoritmi rade s populacijom mogućih rješenja, koja evoluira tijekom više generacija korištenjem operatora poput selekcije, križanja i mutacije. Tijekom svake generacije, najbolja rješenja se zadržavaju i kombiniraju kako bi stvorila novu, bolju generaciju, sve dok se ne pronađe zadovoljavajuće ili optimalno rješenje.

2.1 Inicijalizacija populacije

Inicijalizacija populacije jedan je od ključnih koraka u genetskom algoritmu, jer od njega počinje cijeli evolucijski proces. U ovom koraku stvara se početna populacija, koja se sastoji od niza mogućih rješenja problema. Kvaliteta i raznolika inicijalizacija populacije mogu značajno utjecati na brzinu konvergencije algoritma i na uspješnost pronalaženja optimalnog rješenja prema Mitchell, M., 1998. Najčešće korištena metoda inicijalizacije populacije je **nasumična inicijalizacija**, pri čemu se kromosomi (rješenja) nasumično generiraju. Ova metoda uključuje stvaranje slučajnih kombinacija svih varijabli koje čine rješenje problema, s ciljem da se obuhvati što širi prostor mogućih rješenja. Prema istom autoru, u mnogim slučajevima, nasumična inicijalizacija korisna je jer ne podrazumijeva nikakve predrasude o strukturi rješenja, što

omogućuje algoritmu da istraži različite dijelove prostora rješenja. Jedan od ključnih ciljeva.
Odabir veličine populacije također je važan faktor u procesu inicijalizacije. Eiben i Smith(2003) ističu da veličina populacije značajno utječe na performanse genetskog algoritma. Manje populacije omogućuju brže izvođenje, ali mogu dovesti do brze konvergencije i zaglavljenosti u lokalnim minimumima jer algoritam istražuje manji dio prostora rješenja. S druge strane, veće populacije omogućuju bolju raznolikost i šire pretraživanje rješenja, ali uz cijenu veće računalne složenosti i sporije konvergencije. Optimalna veličina populacije ovisi o prirodi problema i često zahtijeva eksperimentalno podešavanje.

2.2 Funkcija dobrote i selekcija

Uloga funkcije dobrote u genetskom algoritmu je procijeniti kvalitetu svakog pojedinačnog rješenja i time usmjeravati evolucijski proces prema optimalnim ishodima. U kontekstu genetskih algoritama cilj je evoluirati populaciju tako da se s vremenom poboljšava prema optimalnom rješenju, a funkcija dobrote služi kao vodič tog procesa. Kao što navodi Whitley (1994), funkcija dobrote mora biti konzistentna, informativna i izvediva, jer u protivnom algoritam neće učinkovito prepoznati niti napredovati prema boljim rješenjima. Funkcija dobrote može biti jednostavna ili složenija, ovisno o prirodi problema i ciljevima optimizacije. U najjednostavnijem obliku, funkcija dobrote može brojati koliko ograničenja neko rješenje krši. U primjeru planiranja rasporeda nastave može se jednostavno mjeriti broj vremenskih preklapanja ili sukoba u rasporedu. Takva funkcija je brza za izračun i dovoljno učinkovita za osnovnu selekciju rješenja. Prilikom složenijih slučajeva, funkcija dobrote može uključivati višestruke kriterije kao što su:

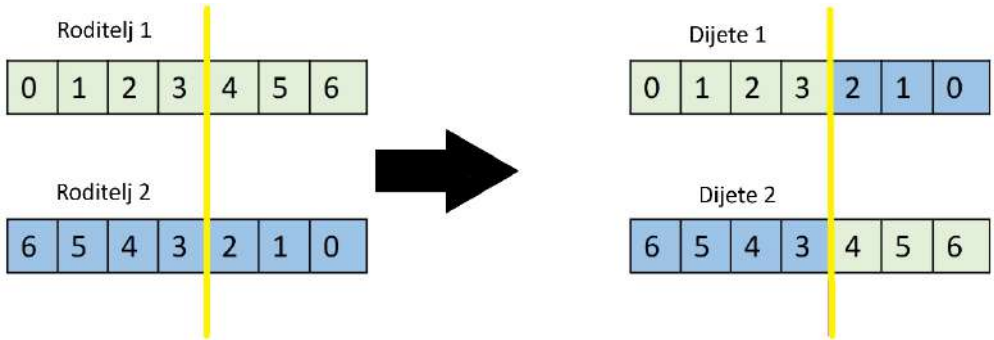
- Uravnotežena raspodjela sati po nastavnicima
- Optimalno korištenje prostornih kapaciteta
- Preferencije nastavnika
- Minimizacija praznih sati između predavanja
- Redoslijed težih i lakših predmeta tijekom dana.

U takvim situacijama, funkcija postaje višekomponentna i može uključivati ponderirane koeficijente koji određuju važnost svakog faktora. Dobro osmišljena funkcija omogućuje algoritmu da jasno razlikuje dobra i loša rješenja te usmjerava pretragu prema boljima.

Povezano s time, selekcija je proces kojim se biraju rješenja iz trenutne populacije na temelju njihove vrijednosti dobrote, koja se koristi za stvaranje nove generacije. Rješenja s većom vrijednosti funkcije dobrote imaju veću vjerojatnost biti izabrana, čime se omogućuje da najbolji kandidati prenesu svoje karakteristike na sljedeću generaciju. Prema Jebari, K. i Madiafi, M.(2013) i Lada Yadav,S i Sohal,A.(2017), postoji više strategija selekcije, uključujući rulet selekciju, rang selekciju, elitizam i turnirsku selekciju, a svaka ima prednosti ovisno o karakteristikama problema i ciljevima algoritma. Efikasna selekcija osigurava da evolucijski proces zadrži korisne karakteristike i istodobno zadrži dovoljnu raznolikost kako bi se izbjegla prerana konvergencija prema lokalno optimalnim rješenjima.

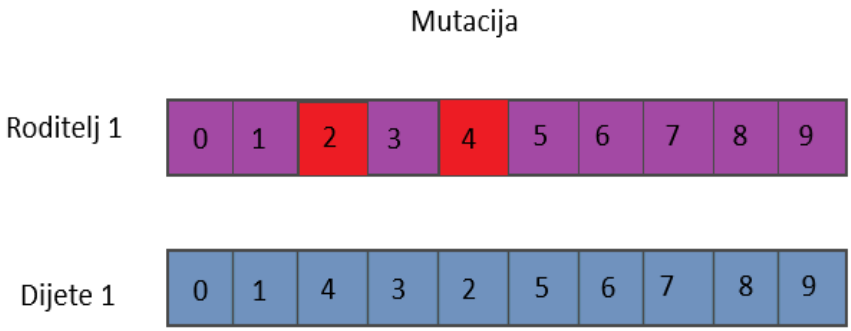
2.3 Križanje i mutacija

Jedan od najvažnijih operatora genetskih algoritama je križanje. Križanje omogućuje generiranje novih rješenja, odnosno potomaka kombiniranjem karakteristika dvaju roditeljskih jedinki. Temelji se na ideji biološke reprodukcije, pri čemu se geni roditelja miješaju kako bi se stvorili novi genotipovi koji potencijalno nasljeđuju poželjne osobine iz obje roditeljske jedinke. Prema GeeksForGeeks (2022), postoji više metoda križanja, među kojima su najčešće korištene križanje u jednoj točki i križanje u dvije točke, gdje se roditeljski kromosomi dijele u jednoj ili dvije točke te se izmjenjuju dijelovi gena. Alternativno, uniformno križanje prema istim autorima, omogućuje nasumično odabiranje svakog gena iz jednog roditelja. Odabir metode križanja ovisi o prirodi problema i načinu kodiranja rješenja. Kod problema raspoređivanja, primjerice, križanje može značiti razmjenu blokova rasporeda između dvaju rješenja, pri čemu se mora paziti na konzistentnost i izbjegavanje dupliciranja elemenata. Na slici 1 može se vidjeti primjer križanja u jednoj točki između dva roditelja prikazano žutom linijom. Križanje se odvija nakon četvrte pozicije u kromosomu gdje se zadnja tri gena uzimaju od roditelja i dodaju umjesto zadnja tri gena djeteta.



Slika 1. Prikaz postupka križanja

Uz križanje kao jednog od operatora postoji i operator mutacije. Mutacija uvodi nasumične promjene u kromosome, čime se osigurava genetska raznolikost unutar populacije. Prema TutorialsPointu (2022), u praksi se mutacija najčešće provodi tako da se s malom vjerojatnošću promijeni vrijednost nekog gena. Ova operacija važna je za očuvanje raznolikosti i izbjegavanje lokalnih minimuma, osobito u kasnijim fazama evolucijskog procesa kada postoji rizik od preuranjene konvergencije. Mutacija omogućuje istraživanje novih dijelova prostora rješenja koje možda ne bi bilo moguće postići samo križanjem. Primjena mutacije mora biti pažljivo uravnotežena jer previsoka stopa može destabilizirati algoritam, dok preniska može dovesti do stagnacije. U sinergiji, križanje i mutacije čine temeljni mehanizam eksploatacije i eksploracije u genetskim algoritmima omogućujući učinkovit balans između iskorištavanja već poznatih dobrih rješenja i istraživanja novih mogućnosti. Prikaz primjera zamjenske mutacije može se vidjeti na slici 2, gdje su se geni na pozicijama tri i pet zamijenili svoja mjesta.



Slika 2. Prikaz postupka mutacije

2.4 Zamjena generacije i uvjeti zaustavljanja

Nakon što su nova rješenja generirana putem križanja i mutacije, genetski algoritam prelazi u fazu zamjene generacije, u kojoj se formira nova populacija za sljedeći evolucijski ciklus. Postoje različite strategije zamjene, a najčešće se primjenjuje potpuna ili djelomična zamjena. U potpunoj zamjeni, cijela trenutačna populacija zamjenjuje se novim potomcima. Suprotno tome, djelomična zamjena omogućava zadržavanje dijela prethodne populacije – obično najboljih rješenja – što se naziva elitizam. Prema Beasley, D., Bull, D. R., i Martin, R. R. (1993), elitizam osigurava da najbolje jedinke iz prethodnih generacija nisu izgubljene i da se očuva postignuti napredak, čime se ubrzava konvergencija i smanjuje rizik od gubitka kvalitetnih rješenja. Strategija zamjene može značajno utjecati na ravnotežu između iskorištavanja poznatih dobrih rješenja i istraživanja novih rješenja. Preagresivna zamjena može dovesti do gubitka raznolikosti populacije, dok previše konzervativna može usporiti napredak algoritma.
Kao što i svaki algoritam mora imati definiran kraj, tako i genetski algoritam koristi uvjete zaustavljanja kako bi se spriječilo beskonačno izvođenje. Najčešći uvjeti uključuju:

- Dosezanje unaprijed definiranog broja generacija gdje se nakon određenog broja ciklusa algoritam se zaustavlja, bez obzira na kvalitetu rješenja.
- Postizanje zadovoljavajuće razine dobrote (engl. *fitness*), ako neko rješenje dosegne ili premaši zadani prag, algoritam se zaustavlja.
- Stagnacija, koja se događa kada tijekom određenog broja generacija nema značajnog poboljšanja najboljih rješenja, pretpostavlja se da je algoritam dostigao lokalni optimum i proces se prekida.

Odabir pravih uvjeta zaustavljanja ovisi o prirodi problema i dostupnim resursima. U problemima raspoređivanja, često se koristi prag na temelju broja preostalih sukoba, pri čemu se algoritam zaustavlja kada broj preklapanja u rasporedu postane nula tvrde Brkić, M., i Jurić, O. (2022). Kombinacija više uvjeta često daje najbolje rezultate jer omogućava fleksibilnost u odnosu na različite scenarije optimizacije.

3. IMPLEMENTACIJA ALGORITMA ZA GENERIRANJE RASPOREDA NASTAVE

U nastavku rada fokus će biti usmjeren na praktičnu implementaciju rješenja problema automatskog generiranja rasporeda nastave. Algoritam je razvijen korištenjem programskog jezika Python, a obuhvaća sve ključne parametre potrebne za izgradnju validnog i optimalnog rasporeda, uključujući dane u tjednu, vremenske termine, nastavnike, prostorije i tipove nastave. Posebna pažnja posvećena je mehanizmima za izbjegavanje vremenskih i prostornih konflikata, kao i prilagodbi različitim ograničenjima unutar nastavnog procesa. Podaci o predmetima strukturirani su u obliku liste rječnika, pri čemu svaki zapis sadrži naziv predmeta, ime nastavnika, vrstu nastave, broj sati, pripadajuću učionicu i tip nastave. Dostupni dani i sati definirani su unaprijed, kao i sve dostupne učionice što je vidljivo na slici 3. Zbog zauzimanja količine prostora na slici je dan samo jedan primjer zapisa predmeta od ukupno 35 predmeta.

```
predmeti = [
    {"naziv": "Matematika 1", "nastavnik": "Pero Peric", "vrsta": "predavanje", "sati": 2, "ucionica": "Dvorana 2"
     "tip": "AV"},
ucionice = ["Dvorana 2", "Dvorana 4", "Dvorana 6", "Dvorana 8", "Dvorana 10", "Racunalna dvorana 1",
            "Racunalna dvorana 2"]

dani = ["Ponedjeljak", "Utorak", "Srijeda", "Cetvrtak", "Petak"]
sati = [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18]
```

Slika 3. Prikaz izgleda formata predmeta, učionica, dana u tjednu i dostupnih sati u danu

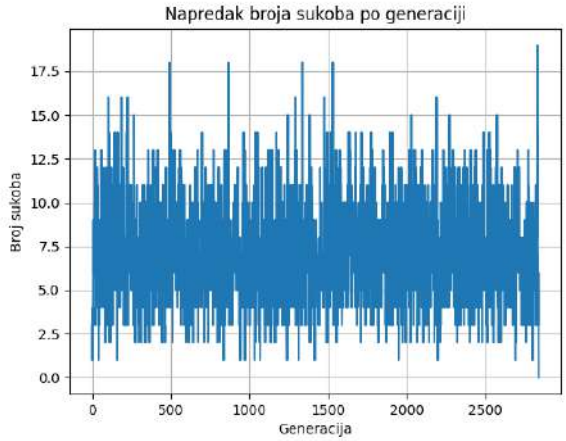
Prva faza genetskog algoritma uključuje funkciju generiraj_raspored, koja nasumično raspoređuje predmete u dane, sate i učionice, uz provjeru potencijalnih preklapanja učionica. U slučaju da se određena učionica već koristi u istom terminu, taj se konflikt bilježi za kasniju analizu. Prilikom generiranja rasporeda provodi se normalizacija unosa zbog zamjene dijakritičkih znakova kako bi se izbjegli problemi kod usporedbe stringova. Nakon inicijalnog nasumičnog generiranja populacije rasporeda, nužno je evaluirati kvalitetu svakog pojedinačnog rješenja kako bi se omogućila selekcija najprikladnijih jedinki za daljnju reprodukciju. Evaluacija se provodi putem funkcije evaluacije koja služi za procjenu kvalitete danog rasporeda prebrojavanjem konfliktnih situacija i preklapanja. Dvostrukom iteracijom po svim terminima u rasporedu provjeravaju se mogući konflikti između nastavnika i učionica, s posebnim naglaskom na slučajeve kada se nastava odvija istog dana i u istom ili susjednom satu. Sukobi se prepoznaju u dva slučaja:

- Sukob nastavnika, kada isti nastavnik ima dva predmeta zakazana u istom ili uzastopnom satu istog dana
- Sukob učionica, kada je ista učionica dodijeljena za dva različita predmeta u istom vremenskom intervalu.

Svaki detektirani konflikt povećava vrijednost brojača preklapanja, čime funkcija vraća ukupni broj kolizija u rasporedu.
Središnji dio sustava za optimizaciju rasporeda čini genetski algoritam, implementiran unutar funkcije genetski_algoritam. Algoritam slijedi standardnu strukturu evolucijskih pristupa inspiriranih principima prirodne selekcije i prilagodbe, s ciljem pronalaska rasporeda koji je u potpunosti lišen konfliktnih situacija. Proces započinje inicijalizacijom populacije, pri čemu se generira skup nasumičnih rasporeda pomoću prethodno opisane funkcije generiraj_raspored. Svaki pojedinac u populaciji predstavlja potencijalno rješenje jednog rasporeda predavanja. Zatim slijedi evaluacija kvalitete svakog pojedinca korištenjem funkcije evaluacija, koja vraća broj preklapanja u danom rasporedu. Niža vrijednost evaluacijske funkcije označava kvalitetnije rješenje, dok je cilj pronaći raspored s evaluacijskom vrijednošću jednakoj nuli. U fazi odabira i elitizma, dva najbolja rješenja s najmanjim brojem preklapanja automatski se prenose u sljedeću generaciju kako bi se očuvale dobre osobine. Ostatak nove populacije generira se pomoću genetskih operatora križanja i mutacije. Operator križanja kombinira dijelove dvaju roditeljskih rasporeda kako bi stvorio nove potomke, pri čemu se nasumično odabire točka križanja. Time se omogućuje prijenos korisnih strukturnih karakteristika iz prethodnih generacija. Zatim se primjenjuje operator mutacije, kojim se nasumično mijenjaju pojedine komponente rasporeda, kao na primjer dan ili sat određenog predmeta. Mutacija osigurava raznolikost populacije te sprječava preranu konvergenciju prema lokalno optimalnim rješenjima. U zadnjoj fazi, fazi zamjene, nova generacija potpuno zamjenjuje staru, a cijeli se postupak ponavlja tijekom unaprijed definiranog broja generacija ili dok se ne pronađe raspored bez preklapanja. Cilj algoritma je pronaći optimalan raspored koji ne sadrži nijedno preklapanje nastavnika ili učionica. Ako se tijekom neke iteracije pronađe takav raspored, algoritam se prekida i vraća to rješenje.
Po završetku izvođenja algoritma, najbolje pronađeno rješenje ispisuje se u konzolu de se dodatno sprema u tekstualnu datoteku s vremenskom oznakom, čime se omogućuje trajna pohrana rezultata. Također, tijekom rada algoritma evidentira se broj preklapanja svih generacija, što omogućuje grafičku i statističku analizu procesa konvergencije, kao i praćenje učinkovitosti algoritma u nekom vremenu.

4. REZULTATI VALIDACIJE I TESTIRANJA TRENIRANIH MODELA

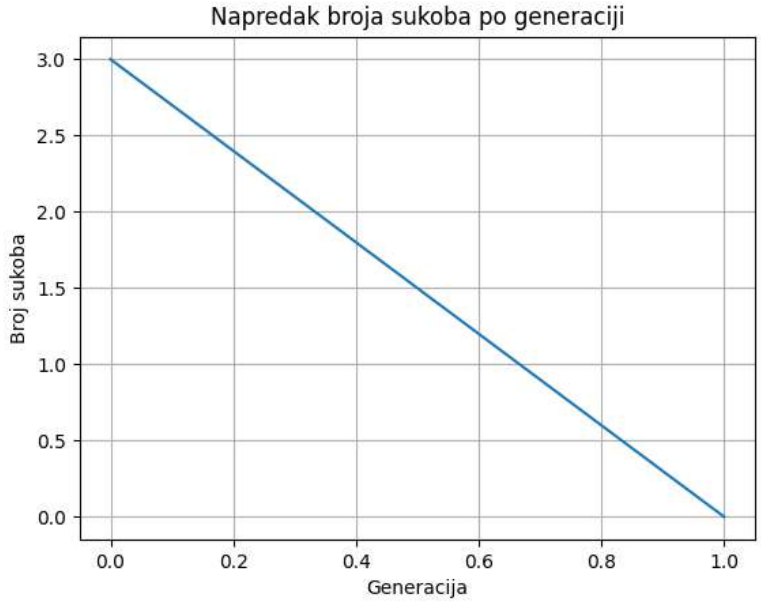
Kako bi se provjerila učinkovitost genetskog algoritma za generiranje rasporeda bez vremenskih i prostornih preklapanja, algoritam je pokrenut ukupno deset puta, pri čemu su svi pokušaji rezultirali valjanim rješenjem bez preklapanja nastavnika i učionica. Ovaj rezultat potvrđuje stabilnost i pouzdanost razvijenog pristupa. Prosječno vrijeme izvođenja pojedinog pokušaja iznosilo je 4.17 sekundi, što ukazuje na zadovoljavajuću brzinu algoritma s obzirom na složenost problema. Također, algoritmu je u prosjeku bilo potrebno 1361.8 generacija da pronađe rješenje bez sukoba. Najbrže pronađeno rješenje postignuto je već u drugoj generaciji i taj rezultat se ponovio u tri ponavljanja algoritma od ukupnih deset ponavljanja. Najduže pronađeno rješenje trajalo je 3548 generacija, što ukazuje na određeni stupanj varijabilnosti koji je karakterističan za stohastičke metode. Na slici 4 prikazana je dinamika promjene broja sukoba tijekom izvođenja genetskog algoritma na složenijem primjeru rasporeda. Vidljivo je da broj sukoba oscilira u više od 2500 generacija, većinom se zadržavajući između vrijednosti 2 i 13, uz povremene skokove do 18. Takvo ponašanje sugerira nestabilnu konvergenciju algoritma, bez jasnog trenda poboljšanja u generacijama. Ova pojava može ukazivati na neoptimalno podešene parametre algoritma, poput previsoke stope mutacije, nedostatne veličine populacije ili na unutarnju složenost problema. U takvim uvjetima, algoritam često varira između boljih i lošijih rješenja, što otežava stabilno približavanje optimalnom rasporedu.



Slika 4. Dinamika promjene preklapanja predmeta i nastavnika tijekom generacija

Za razliku od toga, slika 5 prikazuje primjer vrlo brze konvergencije gdje se broj sukoba smanjuje s 3 na 0 unutar jedne generacije. Ovakav linearan i iznimno

brz pad broja konflikata najvjerojatnije se odnosi na jednostavan testni slučaj s malim brojem varijabli i ograničenim skupom ograničenja. Iako ilustrira idealan ishod, ovakvi rezultati u stvarnim scenarijima rasporeda nastave su rijetki.



Slika 5. Postizanje rješenja u dvije generacije

Na kraju, slika 6 prikazuje konačni rezultat rada genetskog algoritma za generiranje rasporeda nastave. Prikazani raspored predstavlja optimalno rješenje bez ikakvih preklapanja termina, nastavnika ili učionica. Ključni podaci vezani uz prikazano rješenje uključuju:

- Vrijeme izvođenja od 0.01 sekundi
- Broj generacija do rješenja : 2
- Broj preklapanja je 0, sukobi potpuno eliminirani

Raspored je organiziran po danima i satima, pri čemu su istaknuti svi elementi: naziv predmeta, ime nastavnika i pripadajuća učionica.
Iako genetski algoritam uspješno pronalazi rješenja bez sukoba, postoje određeni nedostaci koji ograničavaju njegovu robusnost i primjenjivost u složenijim situacijama. Jedan od glavnih izazova je nestabilnost gdje broj generacija i vrijeme izvođenja značajno variraju između pokretanja, što otežava predvidljivost izvedbe. Rezultati također pokazuju da algoritam često oscilira između boljih i lošijih rješenja bez jasnog trenda poboljšanja. Nadalje,

evaluacija rješenja temelji se isključivo na broju sukoba, dok se zanemaruju drugi važni kriteriji poput raspoređene radne opterećenosti nastavnika, blok nastave ili preferencija. U složenijim slučajevima, osnovna implementacija može postati neučinkovita zbog rasta kombinatorne složenosti.

```
Najbolje rješenje po danima u tjednu (2025-05-08 15-48-46):

Vrijeme izvođenja: 0.01 sekundi
Broj generacija do rješenja bez sukoba: 2

Ponedjeljak:
  8h - Digitalna tehnika (predavanje) | Dario Daric | Dvorana 4
  8h - Programiranje mobilnih aplikacija (laboratorijske vjezbe) | Kresimir Kresic | Racunalna dvorana 1
  9h - Osnove poduzetnistva (predavanje) | Adela Adic | Dvorana 6
  10h - Razvoj racunalnih igara (predavanje) | Kresimir Kresic | Dvorana 4
  11h - Operacijski sustavi (laboratorijske vjezbe) | Ivan Ivic | Racunalna dvorana 2
  15h - Baze podataka (laboratorijske vjezbe) | Tomo Tomic | Racunalna dvorana 2
  15h - Tehnicki jezik 3 (predavanje) | Ivana Juric | Dvorana 6
  15h - Osnove poduzetnistva (auditorne vjezbe) | Adela Adic | Dvorana 10
  18h - Uvod u Programiranje (laboratorijske vjezbe) | Ivan Ivic | Racunalna dvorana 1

Utorak:
  9h - Osnove Elektrotehnike (laboratorijske vjezbe) | Mara Maric | Racunalna dvorana 2
  9h - Primjena blockchain tehnologije (predavanje) | Ivan Ivic | Dvorana 4
  12h - Web programiranje 1 (predavanje) | Dario Daric | Racunalna dvorana 2
  14h - Baze podataka (predavanje) | Tomo Tomic | Racunalna dvorana 1
  16h - Digitalna tehnika (auditorne vjezbe) | Dario Daric | Dvorana 6
  17h - Programiranje mobilnih aplikacija (predavanje) | Kresimir Kresic | Racunalna dvorana 2

Srijeda:
  8h - Internet stvari (predavanje) | Dario Daric | Racunalna dvorana 1
  10h - Objektno orijentirano programiranje (predavanje) | Kruno Krunic | Dvorana 8
  10h - Komunikacijske vjestine (auditorne vjezbe) | Tanja Tanjic | Dvorana 6
  13h - Objektno orijentirano programiranje (laboratorijske vjezbe) | Kruno Krunic | Racunalna dvorana 1
  14h - Operacijski sustavi (predavanje) | Ivan Ivic | Dvorana 8
  16h - Osnove Elektrotehnike (predavanje) | Mara Maric | Dvorana 4
  18h - .Net (predavanje) | Kruno Krunic | Dvorana 4

Cetvrtak:
  8h - Upravljanje projektima i verzioniranje (predavanje) | Tomo Tomic | Dvorana 2
  8h - Algoritmi i strukture podataka (laboratorijske vjezbe) | Ante Antic | Racunalna dvorana 2
  10h - Web programiranje 1 (laboratorijske vjezbe) | Dario Daric | Racunalna dvorana 1
  10h - Uvod u Programiranje (predavanje) | Ivan Ivic | Dvorana 10
  10h - .Net (laboratorijske vjezbe) | Kruno Krunic | Racunalna dvorana 2
  12h - Internet stvari (laboratorijske vjezbe) | Dario Daric | Racunalna dvorana 2
  15h - Algoritmi i strukture podataka (predavanje) | Ante Antic | Dvorana 10
  16h - Matematika 1 (auditorne vjezbe) | Pero Peric | Racunalna dvorana 1
  18h - Matematika 1 (predavanje) | Pero Peric | Dvorana 2

Petak:
  9h - Komunikacijske vjestine (predavanje) | Tanja Tanjic | Dvorana 4
  11h - Razvoj racunalnih igara (laboratorijske vjezbe) | Kresimir Kresic | Racunalna dvorana 2
  17h - Primjena blockchain tehnologije (laboratorijske vjezbe) | Ivan Ivic | Racunalna dvorana 1
  18h - Upravljanje projektima i verzioniranje (auditorne vjezbe) | Tomo Tomic | Dvorana 4
```

Slika 6. Prikaz rješenja rasporeda po danima u tekstualnoj datoteci

5. ZAKLJUČAK

Zaključno, rad prikazuje učinkovit pristup automatskom generiranju školskog rasporeda korištenjem genetskog algoritma. Implementirani algoritam temelji se na evolucijskim principima i pokazuje sposobnost pronalaska rješenja bez sukoba unutar razumnog broja generacija i vremena izvođenja. U svih deset

pokretanja, algoritam je uspio pronaći valjan raspored, što potvrđuje njegovu pouzdanost za rješavanje manje kompleksnih slučajeva. Posebno se ističe slučaj gdje je rješenje pronađeno već u drugoj generaciji, ukazujući na mogućnost vrlo brze konvergencije u povoljnim uvjetima. Vizualizacije broja sukoba po generacijama otkrile su međutim i nestabilnosti te povremenu stagnaciju napretka, što upućuje na potrebu za finijim podešavanjem parametara algoritma. Evaluacija rješenja bila je ograničena isključivo na izbjegavanje preklapanja, bez dodatnih funkcionalnih i preferencijalnih kriterija. Iako su rezultati ohrabrujući, uočeni su nedostaci poput nepredvidivosti broja generacija, osjetljivosti na parametre te nedostatka višekriterijske evaluacije. Unatoč tome, sustav pruža solidnu osnovu za daljnji razvoj i primjenu u stvarnim uvjetima. Prednosti poput automatizacije, skalabilnosti i jasnoće generiranih rasporeda čine ovakvo rješenje korisnim alatom za obrazovne institucije. Potencijal za poboljšanje leži u dodatnim funkcionalnostima poput raspoređivanja blok-sati, uzimanja u obzir nastavničkih preferencija te boljeg upravljanja raznolikošću populacije. Ovaj rad potvrđuje da genetski algoritmi mogu poslužiti kao snažan mehanizam za rješavanje problema raspoređivanja, ali zahtijevaju pažljivu prilagodbu specifičnostima konteksta primjene.

LITERATURA

1. Beasley, D., Bull, D. R., & Martin, R. R. (1993). An overview of genetic algorithms: Part 1, fundamentals. *University Computing*, 15(2), 58–69. [Online]. Dostupno na: https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=9c5ffb9d6376ed3e4ee8c49ef6f12b4f6ad1a8b8

Dostupno na: https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-013-1321-8 Dostupno na:https://www.researchgate.net/publication/259461147_Selection_Methods_for_Genetic_Algorithms

2. Eiben, A. E., & Smith, J. E. (2003). *Introduction to Evolutionary Computing*. Springer. [Online]. Dostupno na: https://www.bit.uwe.ac.uk/~jsmith/ecbook/ecbook.html
3. GeeksforGeeks. (2022). *Crossover in Genetic Algorithm*. [Online]. Dostupno na: https://www.geeksforgeeks.org/crossover-in-genetic-algorithm/Howard,
4. Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley. [Online]. Dostupno na:

https://books.google.com/books/about/Genetic_Algorithms_in_Search_Optimizatio.html?id=PdBnxgEACAAJ

5. Haupt, R. L., & Haupt, S. E. (2004). *Practical Genetic Algorithms*. Wiley-Interscience. [Online]. Dostupno na: https://www.wiley.com/en-us/Practical+Genetic+Algorithms%2C+2nd+Edition-p-9780471455657
6. Jebari, K., & Madiafi, M. (2013). Selection Methods for Genetic Algorithms. *International Journal of Emerging Sciences*, 3(4), 333–344. [Online].
7. Lata Yadav, S., & Sohal, A. (2017). Comparative Study of Different Selection Techniques in Genetic Algorithm. *International Journal of Engineering, Science and Mathematics*, 6(3), 174–180. https://www.researchgate.net/publication/325011628_Comparative_Study_of_Different_Selection_Techniques_in_Genetic_Algorithm
8. Mihelj, V., & Stojanović, A. (2021). Osnovni principi genetskih algoritama. *Polytechnic and Design*, 9(4), 287–294. [Online]. Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/file/398615
9. Mitchell, M. (1996). *An Introduction to Genetic Algorithms*. MIT Press. [Online]. Dostupno na: https://direct.mit.edu/books/monograph/4675/An-Introduction-to-Genetic-Algorithms
10. **Pillay, N. (2014).** *A survey of school timetabling research*. Annals of Operations Research. [Online].
11. TutorialsPoint. (2022). *Genetic Algorithms – Crossover*. [Online]. Dostupno na: https://www.tutorialspoint.com/genetic_algorithms/genetic_algorithms_crossover.htm
12. Whitley, D. (1994). A genetic algorithm tutorial. *Statistics and Computing*, 4(2), 65–85. [Online]. Dostupno na: https://doi.org/10.1007/BF00175354

ZDRAVSTVENA NJEGA BOLESNIKA SA SHIZOFRENIJOM – ULOGA SESTRINSKOG OSOBLJA U SKRBI I REHABILITACIJI

NURSING CARE OF PATIENTS WITH SCHIZOPHRENIA – THE ROLE OF THE NURSING STAFF IN CARE AND REHABILITATION

Stručni rad / Professional paper

Mateo Kroupa, student*

Dora Pleskalt, studentica*

Sažetak

Ovaj rad bavi se zdravstvenom njegom bolesnika sa shizofrenijom, s posebnim naglaskom na ulogu sestrinskog osoblja u skrbi i rehabilitaciji. Shizofrenija je ozbiljan i kroničan mentalni poremećaj koji značajno utječe na funkcioniranje pojedinca, ali i njegove obitelji te šire društvene zajednice. Cilj rada je prikazati kompleksnost zdravstvene njege, definirati ključne sestrinske intervencije i istaknuti važnost holističkog i individualiziranog pristupa u praksi. Rad obuhvaća pregled simptoma bolesti, dijagnostičkih kriterija, terapijskih mogućnosti (farmakoloških i psihosocijalnih) te specifičnih potreba pacijenata kroz različite faze bolesti. Poseban naglasak stavljen je na praktične aspekte sestrinske skrbi, kao što su prepoznavanje i zbrinjavanje poremećaja mišljenja, percepcije, socijalne izolacije, niskog samopoštovanja i suicidalnog rizika. Za sestrinsku praksu osobito je važno razumijevanje simptoma, primjena prilagođenih komunikacijskih tehnika, izgradnja terapijskog odnosa temeljenog na povjerenju te kontinuirana edukacija pacijenta i njegove obitelji. Aktivno sudjelovanje u rehabilitaciji, poticanje samostalnosti i očuvanje dostojanstva bolesnika ključni su elementi sestrinske skrbi. Kvalitetna praksa zahtijeva stručnost, empatiju i sposobnost djelovanja u kriznim situacijama, a sestrinsko osoblje se u tom kontekstu ističu kao ključne figure u liječenju i oporavku osoba sa shizofrenijom.

Ključne riječi: *shizofrenija, zdravstvena njega, sestrinsko osoblje, psihosocijalna rehabilitacija, terapijski odnos*

* Veleučilište u Bjelovaru, email: mkroupa@vu g.hr

* Osnovna škola Rovišće, email: dora.pleasekalt@gmail.com

Abstract

This paper addresses the nursing care of patients with schizophrenia, with a particular emphasis on the role of the nurse in providing care and facilitating rehabilitation. Schizophrenia is a serious and chronic mental disorder that significantly affects the functioning of the individual, as well as their family and the wider community. The paper aims to present the complexity of nursing care, define key nursing interventions, and highlight the importance of a holistic and individualized approach in clinical practice. The paper provides an overview of the disorder's symptoms, diagnostic criteria, therapeutic options (both pharmacological and psychosocial), and the specific needs of patients across various stages of the illness. Special attention is given to practical aspects of nursing care, such as the recognition and management of disordered thinking, perception disturbances, social withdrawal, low self-esteem, and suicidal risk. For effective nursing practice, it is essential to understand the symptoms, apply appropriate communication techniques, build a therapeutic relationship based on trust, and continuously educate both the patient and their family. Active participation in rehabilitation, the promotion of autonomy, and the preservation of patient dignity are fundamental elements of quality nursing care. Competent practice requires expertise, empathy, and the ability to act in crises, positioning the nurse as a key figure in the treatment and recovery process of individuals with schizophrenia.

Keywords: *schizophrenia, nursing care, nursing staff, psychosocial rehabilitation, therapeutic relationship*

1. UVOD

Godine 2021. obilježena je stogodišnjica uvođenja pojma "shizofrenija" koji je definirao Eugen Bleuler kao naziv za skupinu srodnih poremećaja. Iako se koncept tijekom vremena mijenjao, ostao je temeljni dio suvremene psihijatrijske klasifikacije. Razumijevanje shizofrenije usko je povezano s razvojem psihijatrije, no unatoč brojnim istraživanjima, ne postoji jedinstven etiološki model ni potpuna dijagnostička jasnoća. Stoga se sve češće shizofrenija promatra kao radna dijagnoza- heurističkoj konstrukciji koja je podložna daljnjem razvoju i korekcijama u skladu s novim znanstvenim spoznajama (Karlović, 2019).

Shizofrenija je složen i kroničan mentalni poremećaj koji značajno utječe na razmišljanje, emocije, percepciju i ponašanje pojedinca. Prema najnovijim

podacima Svjetske zdravstvene organizacije, procjenjuje se da od shizofrenije boluje oko **24 milijuna ljudi širom svijeta**, što čini približno **1 na 300 osoba** (World Health Organization, 2022a). Unatoč postojanju učinkovitih tretmana, globalna pokrivenost uslugama mentalnog zdravlja ostaje niska – **samo 12% oboljelih prima odgovarajuću skrb u zemljama s niskim prihodima**, dok je u zemljama s visokim prihodima taj broj **oko 70%** (World Health Organization, 2022b). Veliku prepreku liječenju predstavlja i **stigmatizacija**, koja dovodi do socijalne isključenosti, diskriminacije i manjeg pristupa obrazovanju, zapošljavanju i zdravstvenim uslugama (World Health Organization, 2022b). SZO naglašava potrebu za **transformacijom skrbi za mentalno zdravlje**, pozivajući zemlje na jačanje sustava zajedničkih službi, smanjenje stigme i povećanje ulaganja u prevenciju i liječenje. U okviru globalnih inicijativa poput *WHO Special Initiative for Mental Health* već je omogućen pristup mentalno zdravstvenim uslugama za više od **52 milijuna ljudi** u devet zemalja (World Health Organization, n.d.).

2. SHIZOFRENIJA U KONTEKSTU ZDRAVSTVENE NJEGE

Shizofrenija je ozbiljan psihijatrijski poremećaj koji nastaje kao posljedica biokemijskih neravnoteža u mozgu te uzrokuje znatne smetnje u psihičkom funkcioniranju i ponašanju osobe. Posljedice bolesti odražavaju se kroz značajna ograničenja u socijalnom životu, radnoj sposobnosti i obiteljskom funkcioniranju. Naziv "shizofrenija" potječe iz grčkog jezika, gdje "schizo" znači "razdvajati", a "phren" označava "um" ili "dušu", čime se aludira na razdvojenost između mišljenja i osjećaja – temeljnu patološku značajku ovog poremećaja (Sedić, 2007). Shizofrenija se smatra najtežim i najpoznatijim oblikom psihoze. Povijesno gledano, Emil Kraepelin je ovu bolest nazvao "dementia praecox", što se prevodi kao "mladenačko ludilo", zbog njezina najčešćeg početka u mladosti. Pojava bolesti može biti nagla i burna ili, pak, postupna i gotovo neprimjetna (Blažević i Hudolin, 1967). Kao poremećaj moždane funkcije, shizofrenija se očituje kroz širok raspon simptoma – od pozitivnih (npr. halucinacije i deluzije), preko negativnih (npr. emocionalna zaravnjenost), do kognitivnih i afektivnih poremećaja. Bolesnici često imaju iskrivljeno poimanje stvarnosti, teško razlikuju stvarno od nestvarnog te pokazuju poremećaje u mišljenju, osjećajima, volji i ponašanju (Sedić, 2007). Simptomi uključuju deluzije, halucinacije, dezorganizirano razmišljanje i smanjenje kognitivnih i socijalnih funkcija. Bolest često rezultira značajnim invaliditetom te skraćenjem očekivanog životnog vijeka za 10 do 20 godina u odnosu na opću populaciju (World Health Organization, 2022a).

U 20.st. koncept shizofrenog spektra je inkorporiran u suvremene dijagnostičke sustave, uključujući i DSM-5. U isto vrijeme, točnije tijekom 1980-ih godina, Timothy J. Crow uvodi novu klasifikaciju shizofrenije temeljenu na pretpostavci da se ne radi o jedinstvenom entitetu, već o sindromu koji obuhvaća različite kliničke manifestacije, što je u skladu s ranijim pogledima Eugena Bleulera. Paralelno s time razvija se dimenzionalni pristup shizofreniji, koji u početnoj fazi stavlja naglasak na razlikovanje pozitivnih i negativnih simptoma. Crow sintetizira dimenzionalni model s neuroimaging nalazima i predlaže distinkciju između dvaju tipova shizofrenije – tipa I i tipa II. Tip I shizofrenije karakteriziran je naglim početkom, relativno boljom prognozom i dominacijom pozitivnih simptoma, kao što su halucinacije, deluzije i poremećaji formalnog mišljenja. Ovi pacijenti u pravilu pokazuju dobar terapijski odgovor na antipsihotike i ne manifestiraju izražene strukturne promjene u mozgu. Nasuprot tome, tip II shizofrenije razvija se postupno i povezan je s lošijim ishodom. U ovom tipu prevladavaju negativni simptomi, uključujući socijalno povlačenje, gubitak volje, nemogućnost doživljavanja ugode te osiromašeni verbalni i emocionalni izražaj. Ove kliničke slike često su povezane s lošijim odgovorom na farmakoterapiju i prisutnošću morfoloških promjena mozga, uključujući kortikalnu atrofiju i proširenje moždanih likvorskih prostora. (Karlović, 2019, Hudolin, 1986).

Tijekom procjene psihijatrijskog bolesnika, liječnik pristupa dijagnostici integrirajući biološke, psihološke i socijalne čimbenike, dok sestrinsko osoblje (medicinska sestra ili tehničar) istovremeno formulira sestrinske dijagnoze temeljem vlastitih opažanja i razumijevanja pacijentovih potreba, s ciljem zadovoljavanja temeljnih ljudskih funkcija. Zdravstvena njega u ovom kontekstu usmjerena je na ublažavanje neurotoksičnih, sociotoksičnih i psihotoksičnih posljedica bolesti na pacijentovo zdravlje, što značajno doprinosi složenosti skrbi za osobe oboljele od shizofrenije (Jakovljević, 2011). Stoga, sestrinsko osoblje, kao član zdravstvenog tima koji je najčešće u neposrednom kontaktu s pacijentom, ima ključnu ulogu u kontinuiranom praćenju i procjeni njegovog stanja. Na temelju opažanja i prepoznatih simptoma identificira probleme iz područja zdravstvene njege te prema tome planira odgovarajuće intervencije. Kako bi učinkovito odgovorila na pacijentove potrebe, nužno je da sestra odabere intervencije koje su najprikladnije za konkretni klinički kontekst. Skrb o osobama oboljelima od shizofrenije zahtijeva visoku razinu stručnog znanja, razvijene komunikacijske vještine, emocionalnu stabilnost i iznimnu strpljivost (Muk, 2014).

3. SESTRINSKE DIJAGNOZE I INTERVENCIJE U SKRBI OSOBA SA SHIZOFRENIJOM

Tijekom proteklih desetljeća, razvoj sestrinske profesije, osobito unutar psihijatrije, obilježen je pomakom prema profesionalizaciji i akademizaciju. Suvremena edukacija medicinskih sestara i tehničara u psihijatriji usmjerena je na razvoj kliničkih kompetencija, samostalnog odlučivanja, kritičkog razmišljanja te interdisciplinarnog djelovanja unutar timskog okruženja. Fokus se sve više stavlja na holistički pristup bolesniku, uz korištenje kreativnih i komunikacijski usmjerenih strategija u sestrinskoj skrbi (Blažinović, 2015). Ovaj progresivni razvoj obrazovanja i prakse odražava širi trend unutar europskog zdravstvenog sustava koji sve više prepoznaje važnost mentalnog zdravlja i integracije specijalizirane sestrinske skrbi u javnozdravstvene politike.

U okviru kliničke prakse, zdravstvena njega uključuje inicijalnu procjenu stanja pacijenta prije započinjanja farmakološke terapije, pri čemu se provodi sestrinska anamneza i definiraju sestrinske dijagnoze. Prilikom prvog kontakta s pacijentom u zdravstvenoj ustanovi, sestrinsko osoblje ima ključnu ulogu u edukaciji bolesnika i njegovih članova obitelji ili skrbnika, pružajući informacije o simptomima poremećaja, njihovom utjecaju na svakodnevno funkcioniranje te načinima liječenja. Tijekom komunikacije, nužno je prilagoditi stručnu terminologiju tako da bude razumljiva osobi s poremećajem i njezinoj okolini. Kada je moguće, liječnik dodatno pruža informacije o tijeku bolesti i liječenja, naglašavajući važnost dosljednog uzimanja psihofarmaka, čak i u fazama remisije. Kvalitetna edukacija i jasna prezentacija terapijskog plana omogućuju pacijentu bolje razumijevanje razloga za uzimanje lijekova, prirode liječenja i mogućih ishoda, čime se potiče aktivno sudjelovanje u vlastitoj terapiji i jača osjećaj kontrole nad bolešću.Tijekom hospitalizacije, provode se različite socioterapijske aktivnosti kako bi se pacijent aktivno uključio u terapijski proces. Sestrinsko osoblje pritom ima zadatak educirati članove obitelji i smanjiti stigmatizaciju mentalne bolesti (Jakovljević, 2011).

Zdravstvena njega obuhvaća širok spektar aktivnosti, uključujući pomoć pri održavanju osobne higijene, osiguranje udobnosti i pravilne prehrane, kontrolu vitalnih funkcija, pripremu za dijagnostičke pretrage te provođenje i nadzor nad terapijom. Zbog karakterističnih simptoma shizofrenije, kao što su smanjena volja, apatija i povlačenje iz stvarnosti, pacijenti često zanemaruju osnovnu osobnu njegu. Sestra/tehničar ima zadatak svakodnevno motivirati pacijente na samostalnu higijensku njegu, a u težim slučajevima provoditi je u

potpunosti. Ujedno se vodi briga o udobnosti prostora u kojem borave, kako bi se osigurala podržavajuća okolina (Sedić, 2007).

Problemi s prehranom česti su kod ovih bolesnika – neki odbijaju hranu zbog deluzija, depresije ili nemira, dok drugi pokazuju povećan unos hrane. Sestrinsko osoblje nadzire prehrambene navike i osigurava adekvatnu nutritivnu podršku. Podjela i primjena terapije također su pod strogim nadzorom. Lijekovi se daju isključivo pod izravnim nadzorom, uz evaluaciju suradljivosti pacijenta i praćenje nuspojava. U slučaju odbijanja terapije, primjenjuju se alternativni oblici poput intramuskularne ili depo terapije (Sedić, 2007). Važan segment zdravstvene njege uključuje edukaciju o štetnosti alkohola, droga i nikotina. Supstance pogoršavaju tijek bolesti, potiču relaps i povećavaju rizik od suicidalnog ponašanja. Prevencija suicida zahtijeva stalnu procjenu rizika, osobito u ranijim fazama bolesti, te pažljivo promatranje ponašanja bolesnika (Jakovljević, 2011).

Kod osoba oboljelih od shizofrenije česti su poremećaji mišljenja, razumijevanja i shvaćanja, pri čemu se mogu javiti dezorganizirano razmišljanje, sumanute ideje te teškoće u interpretaciji apstraktnih pojmova. U takvim okolnostima, ključno je da se uspostavi terapijski odnos utemeljen na sigurnosti i povjerenju. To se postiže primjenom ciljanih komunikacijskih tehnika kao što su aktivno slušanje, parafraziranje i validacija emocionalnog sadržaja. Umjesto izravnog osporavanja sumanutih uvjerenja, naglasak se stavlja na emocionalno razumijevanje i jasnoću u komunikaciji, čime se smanjuje anksioznost i potiče osjećaj prihvaćenosti (Sedić, 2006; Fučkar, 1996).

Osim poremećaja mišljenja, prisutni su i senzorni poremećaji, osobito halucinacije i perceptivne obmane. U tim slučajevima, sestrinska skrb obuhvaća stvaranje sigurnog, predvidljivog i smirenog okruženja koje umanjuje intenzitet simptoma. Kontinuirana emocionalna podrška, iskrena komunikacija i upotreba distraktora poput glazbe ili televizije dodatno pomažu pacijentu da se lakše orijentira u stvarnosti. Jasno postavljanje granica posebno je važno kod impulzivnih ili dezorganiziranih reakcija (Sedić, 2006; Muk, 2014).

S obzirom na to da shizofreni bolesnici često razvijaju sklonost socijalnom povlačenju, postoji visok rizik od izolacije i pogoršanja funkcionalnog stanja. U tom kontekstu, sestrinsko osoblje aktivno pristupa pacijentu kroz provođenje vremena s njim, poticanje verbalizacije osjećaja te uključivanje u grupne aktivnosti i socijalne interakcije. Postepeno ohrabrivanje na kontakt s drugim pacijentima i članovima obitelji pridonosi vraćanju osjećaja pripadnosti i jačanju socijalnih vještina. Svaka pozitivna promjena u ponašanju treba biti prepoznata i poticana (Sedić, 2006; Muk, 2014; Hrvatska komora medicinskih sestara, 2013).

Nadalje, nisko samopoštovanje je česta pojava kod osoba sa shizofrenijom, često potaknuto stigmatizacijom, simptomima bolesti i negativnom percepcijom vlastite vrijednosti. Sestrinsko osoblje u tom slučaju pruža emocionalnu podršku i aktivno sudjeluje u osnaživanju pacijenta kroz razgovore o osobnim snagama i uspjesima. Također, potiče sudjelovanje u donošenju odluka, tjelesnim aktivnostima (kada su prikladne) i grupnim terapijama, uključujući članove obitelji, čime se dodatno jača identitet i osjećaj prihvaćenosti (Sedić, 2006; Hrvatska komora medicinskih sestara, 2015).
Na kraju, kada je prisutan visok rizik od suicida, sestrinsko osoblje ima obvezu osigurati maksimalno sigurno okruženje kroz uklanjanje opasnih predmeta i kontinuirani nadzor. Važno je uspostaviti odnos temeljen na empatiji kako bi se pacijentu omogućilo izražavanje suicidalnih misli bez straha ili osude. U suradnji s liječnikom i obitelji, planira se dnevna struktura aktivnosti, prati učinak terapije te se rano reagira na moguće nuspojave ili pogoršanje stanja. Sveobuhvatan i koordiniran pristup ključan je za sprječavanje kriznih situacija i očuvanje psihičke stabilnosti pacijenta (Sedić, 2006; Hrvatska komora medicinskih sestara, 2015).

4. OSTVARIVANJE TERAPIJSKOG ODNOSA

Terapijski odnos zauzima središnje mjesto u skrbi za osobe oboljele od shizofrenije te se smatra temeljnim elementom procesa liječenja. On nije samo komunikacijski okvir, već aktivna komponenta koja potiče promjene, osnažuje pacijenta i olakšava nošenje s bolešću. Odnos između medicinske sestre ili tehničara i pacijenta mora biti izgrađen na povjerenju, empatiji, prihvaćanju i nadi, jer upravo ti čimbenici stvaraju osjećaj sigurnosti i motivacije za uključivanje u terapijski proces. Kod osoba koje pate od psihotičnih poremećaja i često nisu svjesne prirode svoje bolesti, terapijski odnos može biti jedini poticaj za prihvaćanje liječenja (Štrkalj-Ivezić, 2011).
Sestrinsko osoblje u tom odnosu djeluje kao stabilna figura koja dosljedno komunicira poštovanje, razumijevanje i brigu za pacijentovu cjelokupnu osobu – ne samo za njegove simptome. Kroz terapijski odnos pacijent dobiva prostor za verbalizaciju osjećaja, testiranje stvarnosti i suočavanje s vlastitim ponašanjem i međuljudskim odnosima. Osim toga, terapeutski kontakt često otvara prostor i za obitelj, kojoj se omogućuje da prepozna vlastite obrasce ponašanja koji mogu utjecati na oporavak oboljelog člana. U okviru profesionalne zdravstvene njege, nužno je primjenjivati individualizirani pristup utemeljen na načelima poštovanja ljudskog dostojanstva, prihvaćanja razlika i očuvanja privatnosti. Sestrinsko osoblje ima odgovornost sagledati

pacijenta u njegovoj biološkoj, psihološkoj, socijalnoj i duhovnoj dimenziji, te mu kroz terapijski odnos omogućiti razvoj pozitivne slike o sebi, stjecanje novih vještina i oblikovanje funkcionalnijih načina ponašanja (Sedić, 2007).
Važno je naglasiti da liječenje mora biti vođeno atmosferom nade, optimizma i suradnje. Pacijentima treba omogućiti dovoljno vremena za izražavanje teškoća, uz uvažavanje njihovih emocija i mišljenja. U tom kontekstu, terapijski odnos nije samo profesionalna dužnost, već duboko human čin – prostor u kojem se osoba s psihičkim poremećajem ponovno osjeća viđenom, važnom i sposobnom za promjenu. Uloga medicinske sestre tu je nezamjenjiva – ona ne pruža samo stručnu njegu, već postaje simbol podrške, stabilnosti i ljudskog kontakta, koji ima moć potaknuti iscjeljenje (Štrkalj-Ivezić, 2011).

5. LIJEČENJE FARMAKOTERAPIJOM

Razvoj suvremenih psihofarmaka započeo je nakon Drugog svjetskog rata i značajno je promijenio pristup liječenju psihičkih bolesti, osobito shizofrenije. Ključnu ulogu imala je pojava neuroleptika – posebne skupine lijekova čiji je prvi predstavnik bio klorpromazin. Ubrzo su razvijeni i drugi slični lijekovi različitog kemijskog sastava, a termin "neuroleptici" uveo je francuski psihijatar Delay 1955. godine. Ovi lijekovi omogućili su učinkovitije liječenje shizofrenije, skraćujući trajanje akutnih epizoda i poboljšavajući kvalitetu života pacijenata. Neuroleptici djeluju smirujuće, potiču san, stabiliziraju misli i percepciju te sprječavaju recidive. Dostupni su i u obliku depo pripravaka, koji se primjenjuju intramuskularno svaka 2 do 4 tjedna, čime se povećava terapijska suradljivost. U tu svrhu koriste se preparati prve generacije (npr. Haldol, Moditen) i novije generacije (npr. Zypandhera, Xeplion). Osim neuroleptika, u terapiji shizofrenije primjenjuju se i drugi psihofarmaci – anskiolitici, hipnotici i antidepresivi. Anksiolitici i hipnotici smanjuju anksioznost, potiču san i opuštaju mišiće, dok antidepresivi poboljšavaju raspoloženje, smanjuju strah i povećavaju inicijativu (Luderer, 2006).
Bolesnici koji boluju od shizofrenije tijekom života obolijevaju više puta stoga je važno nakon prestanka akutnih simptoma spriječiti ponovno pojavljivanje akutne bolesti. Nakon prestanka akutnih simptoma često se pojavljuju negativni simptomi. Bolesnikova psihička djelotvornost je ograničena. Liječenjem se omogućava da usprkos tim ograničenjima mogu samostalno živjeti i baviti se njima prilagođenim djelatnostima. Razlikuju se dvije faze liječenja: liječenje akutne bolesti te preventivno liječenje i rehabilitacija. U središtu liječenja su psihofarmaci. Ti se postupci, u okviru bolničkog liječenja, nadopunjuju različitim popratnim terapijama. Razlikuju se postupci dnevnih

aktivnosti i treninga (okupacijska i radna terapija) i postupci koji potiču kreativnost. Kada se akutna bolest liječenjem povuče, mnogi bolesnici žele se pozabaviti svojom bolešću. Sestrinsko osoblje u tomu im pruža podršku, objašnjenja i informacije, a potrebna im je i psihoterapija (Luderer, 2006).
Međutim, konvencionalni antipsihotici pokazuju ograničenu učinkovitost u liječenju negativnih simptoma, poput emocionalne tuposti, socijalnog povlačenja i smanjene motivacije. Zbog toga se za te simptome preporučuju atipični antipsihotici, među kojima su najčešće korišteni risperidon, ziprasidon i aripiprazol (Kučukalić i sur., 2006). Jedan od glavnih nedostataka starijih, konvencionalnih lijekova su teške nuspojave, koje se mogu javiti kod čak 40% pacijenata. Te nuspojave uključuju akutnu distoniju, parkinsonizam, tardivnu diskineziju i akatiziju – sve redom ozbiljna stanja koja mogu značajno narušiti funkcionalnost pacijenta. Njihovo liječenje zahtijeva smanjenje doze antipsihotika i uvođenje antikolinergika ili antiparkinsonika. Problem nastaje kada se te nuspojave pogrešno interpretiraju kao pogoršanje bolesti, što često vodi ka neopravdanom povećanju doze antipsihotika, čime se dodatno pogoršava zdravstveno stanje (Kučukalić i sur., 2006). Nasuprot tome, noviji atipični antipsihotici djeluju kako na pozitivne, tako i na negativne simptome, a istovremeno imaju znatno blaži profil nuspojava. Iako i oni mogu izazvati neželjene učinke poput povećanja tjelesne mase, sedacije i seksualne disfunkcije, ti su efekti najčešće blaži u usporedbi s konvencionalnim lijekovima. Upravo zato, atipični antipsihotici sve više zamjenjuju tradicionalne lijekove u standardnoj kliničkoj praksi (Kučukalić i sur., 2006).
S obzirom na činjenicu da trenutačno ne postoji lijek koji bi u potpunosti izliječio shizofreniju, terapijski pristupi usmjereni su na ublažavanje simptoma, prevenciju relapsa i poboljšanje kvalitete života, s naglaskom na ponovno uključivanje pacijenta u društvo. Učinkovitost liječenja znatno se povećava kada se pristupi diferencirano, sukladno kliničkim fazama bolesti, koje uključuju: akutnu fazu, fazu stabilizacije, fazu održavanja i faznu oporavka (Kučukalić i sur., 2006). Optimalna strategija liječenja uključuje kontinuiranu primjenu farmakoterapije tijekom svih faza poremećaja, u kombinaciji s psihosocijalnim intervencijama kao što su suportivna psihoterapija, obiteljska psihoedukacija i profesionalna rehabilitacija. Ipak, farmakoterapija ostaje osnovna i najčešće korištena metoda liječenja shizofrenije.

6. PSIHOSOCIJALNE INTERVENCIJE U LIJEČENJU SHIZOFRENIJE

Psihosocijalne intervencije predstavljaju važan dio sveobuhvatnog pristupa liječenju shizofrenije i ne bi se smjele stavljati u drugi plan u odnosu na

farmakološke metode. U aktivnoj fazi bolesti, antipsihotici mogu pomoći u stabilizaciji stanja te olakšati uključivanje pacijenta u različite oblike psihosocijalne podrške. Tijekom faze održavanja, ove intervencije imaju ključnu ulogu u očuvanju funkcionalnosti, jačanju samostalnosti i poboljšanju kvalitete života (Kučukalić i sur., 2006).

6.1. Edukativne i obiteljske intervencije

Učinkovita psihoedukacija i uključivanje obitelji u terapijski proces izravno utječu na uspjeh liječenja. Edukacija članova obitelji pomaže u razumijevanju bolesti, razvoju komunikacijskih vještina te smanjenju napetosti i sukoba u svakodnevnim odnosima. Obiteljske intervencije doprinose stabilizaciji obiteljskog sustava i pomažu pacijentima u lakšem funkcioniranju u zajednici (Kučukalić i sur., 2006). Također, trening svakodnevnih i socijalnih vještina pomaže pacijentima u razvijanju verbalnih i neverbalnih komunikacijskih sposobnosti te poboljšava njihovu uključenost u društvo. Strukturirano vježbanje i ponavljanje omogućuju pacijentima stjecanje kompetencija potrebnih za svakodnevni život i samostalnost.

6.2. Terapijske, kreativne i radno-okupacijske aktivnosti

Psihosocijalna rehabilitacija uključuje i niz strukturiranih aktivnosti kojima se razvijaju socijalne, emocionalne i radne sposobnosti bolesnika. Okupacijska terapija obuhvaća razne kreativne aktivnosti (crtanje, slikanje, rad s glinom) koje potiču izražavanje i koncentraciju, a pritom smanjuju fokus na simptome bolesti (Mimica, 2006). Radna terapija priprema pacijente za povratak u svijet rada kroz postepeno povećavanje zahtjeva i radnih zadataka (Luderer, 2006). Plesna i glazbena terapija, kao oblici neverbalne komunikacije, omogućuju izražavanje emocija i jačaju osjećaj zajedništva kroz zajedničko emocionalno iskustvo. Rekreacijske aktivnosti doprinose razvoju samopouzdanja i unutarnje stabilnosti, dok terapijska zajednica pruža strukturirani svakodnevni život, razvoj radnih navika i obiteljskih odnosa (Mimica, 2006).

6.3. Struktuirana rehabilitacija i dugoročna skrb

Nakon otpusta iz bolnice, sestrinsko osoblje nastavlja pružati podršku kroz edukaciju, pripremu za svakodnevni život i procjenu funkcionalnih sposobnosti pacijenta. Poseban naglasak stavlja se na prepoznavanje i smanjenje društvene stigme, koja može znatno otežati reintegraciju u zajednicu. Rehabilitacija

podrazumijeva suradnju s obitelji, prijateljima i širim socijalnim okruženjem, s ciljem obnove radne i socijalne funkcionalnosti te postizanja što kvalitetnijeg života (Jakovljvić, 2011; Sedić, 2007).
Učinkovita psihosocijalna rehabilitacija najdjelotvornija je kada se započne neposredno nakon završetka akutne faze. Rehabilitacijski programi, koji obično traju do dvije godine, uključuju obrazovne i terapijske komponente, individualnu i grupnu psihoterapiju te trening socijalnih vještina. Cilj je osposobiti pacijenta za što neovisniji život i uključivanje u zajednicu. U adolescenata i mlađih odraslih posebno je važno strukturirano uvođenje u obrazovni i radni kontekst, uz paralelnu personaliziranu farmakoterapiju usmjerenu na stabilizaciju simptoma (Remschmidt, 2001).

7. ZAKLJUČAK

Shizofrenija, kao jedan od najsloženijih i najdugotrajnijih psihijatrijskih poremećaja, i dalje predstavlja velik izazov kako za kliničku praksu, tako i za cjelokupan zdravstveni sustav. Iako su dostupni sve napredniji dijagnostički alati i učinkovitiji farmakološki tretmani, uzroci i mehanizmi ovog poremećaja ostaju djelomično nepoznati. Raznolikost kliničke slike, nepouzdanost u predviđanju tijeka bolesti te razlike u terapijskom odgovoru dodatno otežavaju liječenje i dugoročnu rehabilitaciju. Stoga je jasno da se shizofrenija ne može sagledavati isključivo kao biomedicinski problem, već kao kompleksno biopsihosocijalno stanje koje zahtijeva interdisciplinarni i dugoročno usmjeren pristup.
U tom procesu, medicinske sestre/tehničari imaju ključnu, višedimenzionalnu ulogu. Oni su najčešće osobe koje provode najviše vremena s pacijentom, čime ostvaruju neposredan uvid u njegovu svakodnevicu, potrebe i promjene u psihičkom stanju. Njihova uloga daleko nadilazi tehničku provedbu terapije – obuhvaća promatranje, prepoznavanje simptoma, uspostavljanje terapijskog odnosa, komunikaciju, edukaciju i emocionalnu podršku. Osobito je važna njihova intervencija u kriznim situacijama, poput akutnih psihoza ili suicidalnog rizika, gdje pravovremena reakcija može imati presudnu ulogu za ishod liječenja.
Unatoč velikom potencijalu i odgovornosti koje sestrinsko osoblje preuzima, u praksi često nailazimo na niz ograničenja. Pomanjkanje vremena, nedostatak kadra, nedovoljna specijalizacija za psihijatrijsku njegu te visoka razina emocionalnog opterećenja negativno utječu na kvalitetu pružene skrbi. Dodatno, prisutna je i institucionalna i društvena stigma prema osobama s mentalnim poremećajima, što se može prenijeti i na same pružatelje skrbi,

smanjujući motivaciju i podršku sestrinskom kadru. Posljedica toga je dominacija farmakološkog pristupa liječenju, dok psihosocijalne i rehabilitacijske mjere, iako ključne za dugoročni oporavak, ostaju u pozadini.
Posebno važno područje predstavlja edukacija – kako samih pacijenata, tako i njihovih obitelji i zajednice. Sestrinsko osoblje ima jedinstvenu poziciju da prenosi znanja, ruši predrasude, gradi povjerenje i potiče aktivno uključivanje pacijenta u vlastiti proces liječenja. Kroz empatiju, humanost i profesionalnu etiku, sestra postaje nositelj stabilnosti i podrške tijekom cijelog tijeka bolesti, ali i osoba koja pacijentu daje snagu za osobnu i socijalnu reintegraciju.
Zaključno, kvaliteta zdravstvene njege u psihijatriji – osobito kod osoba sa shizofrenijom – ne ovisi isključivo o dostupnosti terapije ili tehničkoj opremljenosti sustava, već prvenstveno o kvaliteti i predanosti sestrinskog osoblja. Stoga je nužno kontinuirano ulagati u edukaciju, osnaživanje i profesionalno priznanje medicinskih sestara i tehničara u području psihijatrijske skrbi. Njihova uloga ne može biti sporedna – ona je temeljna i nezaobilazna. U kontekstu sve većih izazova mentalnog zdravlja, upravo sestrinska skrb može biti ključna karika u izgradnji otpornijeg, humanijeg i učinkovitijeg sustava psihijatrijske pomoći.

LITERATURA

1. Blažinović, M., 2015. *Sestrinstvo u psihijatriji – novi izazovi*. Zagreb: Zdravstveno veleučilište.
2. Fučkar, G., 1996. *Uvod u sestrinske dijagnoze*. Zagreb: Hrvatska udruga za sestrinsku edukaciju.
3. Hrvatska komora medicinskih sestara, 2013. *Sestrinske dijagnoze 2*. Zagreb: HKMS.
4. Hrvatska komora medicinskih sestara, 2015. *Sestrinske dijagnoze 3*. Zagreb: HKMS.
5. Hudolin, V., 1986. *Psihijatrija*. Zagreb: Stvarnost.
6. Jakovljević, M., 2011. *Shizofrenija u teoriji i praksi: Etiopatogeneza i klinička praksa. Knjiga 1*. Zagreb: Pro Mente.
7. Karlović, D., 2019. *Psihijatrija*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
8. Kučukalić, A., Džubur-Kulenović, A. i Bravo-Mehmedbašić, A., 2006. *Vodič za liječenje shizofrenije*. Sarajevo: Ministarstvo zdravstva Kantona Sarajevo.
9. Luderer, H.-J., 2006. *Shizofrenija: kako naučiti nositi se s bolešću*. Jastrebarsko: Naklada Slap.

10. Mimica, N., 2006. Klasifikacija shizofrenije. *Medix – specijalizirani medicinski dvomjesečnik*, 12(62/63), str. 70–73. https://www.researchgate.net/profile/Ninoslav-Mimica/publication/299533754_Klasifikacija_shizofrenije [1. 5. svibnja 2025.]
11. Muk, B., 2014. *Zdravstvena njega psihijatrijskih bolesnika*. Zagreb: Školska knjiga.
12. Sedić, B., 2006. *Zdravstvena njega psihijatrijskih bolesnika*. Zagreb: Zdravstveno veleučilište.
13. Sedić, B., 2007. *Zdravstvena njega psihijatrijskih bolesnika: priručnik za studij sestrinstva*. Zagreb: Zdravstveno veleučilište.
14. Štrkalj-Ivezić, S., 2011. *Psihoza, shizofrenija, shizoafektivni poremećaj, bipolarni poremećaj*. Zagreb: Medicinska naklada.
15. World Health Organization (WHO), 2022a. *Mental disorders*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders [3. svibnja 2025.]
16. World Health Organization (WHO), 2022b. WHO highlights urgent need to transform mental health and mental health care.: https://www.who.int/news/item/17-06-2022-who-highlights-urgent-need-to-transform-mental-health-and-mental-health-care [3. svibnja 2025.]
17. World Health Organization (WHO), n.d. *WHO Special Initiative for Mental Health (2019–2023): Universal Health Coverage for Mental Health*. [online] Dostupno na: https://www.who.int/initiatives/who-special-initiative-for-mental-health [3. svibnja 2025.]

PRIMJENA DUBOKOG UČENJA ZA PREPOZNAVANJE BOLESTI VINOVE LOZE: FINI PODEŠAVANJE KONVOLUCIJSKOG AUTOENKODERA I KLASIFIKATORA

APPLICATION OF DEEP LEARNING FOR GRAPEVINE DISEASE RECOGNITION; FINE-TUNING A CONVOLUTIONAL AUTOENCODER AND CLASSIFER

Stručni rad/ Professional paper

Mag.comp.ing., Krešimir Markota*
Marko Markuz, student*
Mag. ing. el., Tomislav Adamović*
Mag. comp. ing., Ante Javor*

Sažetak

Ovaj rad istražuje primjenu dubokog učenja konvolucijske autoenkoder neuronske mreže i finog podešavanja izdvojenog enkoder dijela iz iste za klasifikaciju četiri klase iz podatkovnog skupa slika bolesti vinove loze koji je javno dostupan na platformi Kaggle. Nakon osnovne predobrade, za treniranje je odabrano po 1000 slika u boji za svaku klasu. Izrađen je i istreniran konvolucijski autoenkoder kako bi se naučila kompresirana latentna reprezentacija ulaznih slika. Potom je iskorišten samo enkoderski dio mreže, kojem su dodani klasifikacijski slojevi. Prva četiri sloja enkodera su zamrznuta radi očuvanja prethodno naučenih značajki dok su preostali slojevi dodatno trenirani za zadatak klasifikacije. Tijekom treniranja pratile su se metrike točnosti i funkcije gubitka, a kao gubitak korištena je kombinacija metoda srednje kvadratne greške i indeks strukturne sličnosti za postizanje bolje perceptivne kvalitete rekonstrukcije. Po završetku treniranja mreža je testirana na 100 novih slika, a evaluacija modela je izvršena analizom matrice zabune i izvještajem o klasifikaciji. Rezultati pokazuju da se ovakav pristup baziran na autoenkoderu i finom podešavanju može učinkovito primijeniti na klasifikaciju bolesti vinove loze.

***Ključne riječi**: fino podešavanje, duboko učenje, klasifikacija, autoenkoder*

* Veleučilište u Bjelovaru, email: kmarkota@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: mmarkuz@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: tadamovic@vub.hr
* Veleučilište u Bjelovaru, email: ajavor@vub.hr

Abstract

This paper explores the application of deep learning using a convolutional autoencoder neural network and fine-tuning of its extracted encoder part for the classification of four classes from a publicly available grapevine disease image dataset hosted on the Kaggle platform. After basic preprocessing, 1000 color images per class were selected for training. A convolutional autoencoder was designed and trained to learn a compressed latent representation of the input images. Subsequently, only the encoder part of the network was used, to which classification layers were added. The first four layers of the encoder were frozen to preserve previously learned features, while the remaining layers were further trained for the classification task. During training, accuracy metrics and loss functions were monitored, with a combination of Mean Squared Error (MSE) and Structural Similarity Index Measure (SSIM) used as the loss function to achieve better perceptual reconstruction quality. After training, the network was tested on 100 new images, and model evaluation was performed using a confusion matrix and a classification report. The results demonstrate that this autoencoder-based and fine-tuned approach can be effectively applied to grapevine disease classification.

Keywords*: fine tuning, deep learning, classification, autoencoder*

1. UVOD

Bolesti vinove loze ozbiljan su problem u vinogradarstvu diljem svijeta, dovodeći do značajnih gubitaka uroda i povećanih troškova zaštite. Tradicionalne metode otkrivanja bolesti temelje se na ručnoj vizualnoj inspekciji stručnjaka, što je sporo, skupo i teško skalabilno. U posljednjem desetljeću, primjena dubokog učenja u računalnom vidu pokazala se obećavajućom za automatiziranu dijagnostiku biljnih bolesti (Sladojević i ostali, 2016).

Međutim, treniranje dubokih konvolucijskih mreža (CNN) za klasifikaciju zahtijeva velike količine ručno obilježenih podataka. Ovaj problem ublažava pristup nenadziranog pretreninga putem autoenkodera. Takve mreže uče sažete latentne reprezentacije slika bez potrebe za etiketama, uzimajući osnovne vizualne značajke poput rubova i tekstura (Vincent i ostali, 2008; Hinton & Salakhutdinov, 2006). Erhan i ostali (2010) su pokazali da ove naučene značajke služe za bolju inicijalizaciju težina i bržu konvergenciju pri kasnijem nadziranom učenju. Kombinacija „zamrzavanja“ početnih slojeva

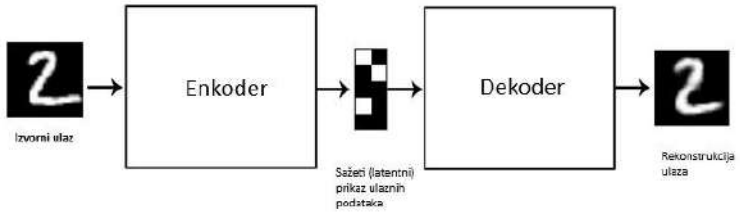
pretreniranog enkodera i fino podešavanje (*fine-tuning*) viših slojeva nadziranim učenjem, poznata kao *transfer learning*, omogućuje učinkovitu prilagodbu modela na ograničen skup obilježenih podataka (Oquab i ostali, 2014). Time se značajno smanjuje potreba za dodatnim označavanjem slika i štedi vrijeme, a model zadržava robusnost naučenih općih značajki.
Rad se sastoji od sljedećih dijelova. U drugom poglavlju obrađeni su autoenkoderi, uključujući njihovu arhitekturu, način treniranja te primjenu kombinirane funkcije gubitka temeljene na MSE i SSIM metrici. Treće poglavlje fokusira se na primjenu prijenosnog učenja i fino podešavanje modela – opisuje se nadogradnja enkoderskog dijela klasifikacijskim slojevima te izgradnja i podešavanje klasifikacijskog modela. U četvrtom poglavlju prikazani su rezultati treniranja, validacije i evaluacije modela, uključujući metrike točnosti, matricu zabune i klasifikacijski izvještaj. Rad završava zaključkom u petom poglavlju.

2. AUTOENKODERI

Autoenkoderi su vrsta nenadgledanih dubokih neuronskih mreža dizajniranih za učenje sažete latentne reprezentacije ulaznih podataka te njihovu rekonstrukciju natrag u izvorni oblik. sastoje se od dva glavna dijela:

1. Enkoder: preslikava ulaz u manju latentnu dimenziju učeći ključne značajke podataka.
2. Dekoder: rekonstruira ulaz iz latentne reprezentacije.

Takva arhitektura omogućuje mreži da nauči sažeti informacije, otkrivajući najvažnije obrasce i strukture u podacima (Michelucci, 2022). Slika 1. prikazuje općenitu arhitekturu autoenkodera gdje se na ulazu enkoder dijela prosljeđuje slika koju isti treba preslikati u latentni prostor. Nadalje, dio zadužen za dekodiranje treba iz latentnog prostora prema sažetim značajkama rekonstruirati izvornu sliku na ulazu enkodera. Uspješna rekonstrukcija slike bi značila da latentni prostor vjerno odražava ključne značajke izvorne slike.



Slika 1. Primjer općenite arhitekture neuronske mreže autoenkodera

Charte, F. i ostali(2018), daju sistematski pregled i primjere upotrebe autoenkodera za:

- Smanjenje dimenzionalnosti i izvlačenje značajki
- Uklanjanje šuma iz podataka
- Otkrivanje anomalija u podacima
- Generiranje novih uzoraka
- Sažimanje podataka
- Prijenosno učenje i pretreniranje modela

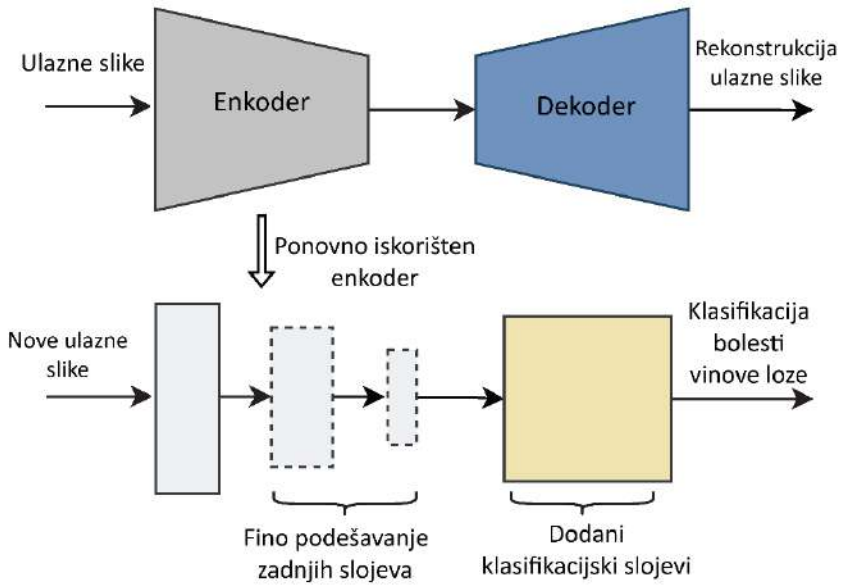
3. PRIJENOSNO UČENJE I FINO PODEŠAVANJE MODELA

Prijenosno učenje je tehnika strojnog učenja u kojoj se znanje stečeno prilikom rješavanja jednog zadatka prenosi na drugi, sličan zadatak. U kontekstu dubokog učenja, to znači korištenje već istreniranih modela kao temelj za rješavanje drugog problem, često s ograničenim količinama podataka. Umjesto da se mreža trenira od nule, koristi se prethodno istrenirani model kao početna točka, što je posebno korisno kada je dostupna ograničena količina označenih podataka za novi zadatak. Prilikom korištenja dubokog učenja, prijenosno učenje se najčešće provodi tako da se uklone završni slojevi modela treniranog na velikom skupu podataka, te se dodaju novi slojevi za rješavanje konkretnog problema, dok prethodni slojevi mreže izvlače opće značajke iz podataka koje su korisne za različite probleme (Yosinski i ostali., 2014). Fino podešavanje (engl. *Fine tuning*) je podskup prijenosnog učenja u kojem se dodatno trenira dio prethodno naučenog modela, obično viših slojeva, dok se niži slojevi zamrzavaju kako bi se zadržale osnovne značajke. Time se omogućuje preciznije prilagođavanje modela specifičnostima novog skupa podataka (Howard & Ruder, 2018). Ključna razlika između navedena dva pristupa je sljedeća:

- Prijenosno učenje uključuje prijenos značajki bez nužnog dodatnog treniranja svih slojeva.
- Fino podešavanje podrazumijeva dodatno treniranje dijela modela, kako bi se poboljšala prilagodba na novi zadatak.

Na slici 2, priložena je shema koja prikazuje dvodijelni postupak primjene autoenkodera u svrhu klasifikacijskog problema na slikama. U prvom koraku, trenira se konvolucijski autoenkoder u kojem ulazne slike prvo prolaze enkoderskim dijelom mreže, gdje se pretvaraju u sažetu latentnu reprezentaciju. Ta reprezentacija sadržava sažete, ali informativne značajke slike. Nakon toga, dekoderski dio pokušava rekonstruirati izvornu sliku iz

latentnog prostora. Ova faza temelji se na nenadziranom učenju i ne zahtijeva označene podatke, čime se omogućuje učenje korisnih značajki bez potrebe za ručnim označavanjem slika. Nakon treniranja autoenkodera, enkoderski dio mreže se ponovno koristi u drugom koraku, gdje se prenosi u novi model za klasifikaciju. U toj fazi, prvi slojevi enkodera ostaju zamrznuti kako bi se sačuvale već naučene reprezentacije, dok se zadnji slojevi dodatno treniraju, odnosno fino podešavaju, za novi zadatak klasifikacije. Uz to, na izlaz enkodera dodani su novi klasifikacijski slojevi koji omogućuju predikciju pripadnosti slici jednoj od klasa bolesti vinove loze. Ovaj pristup omogućuje iskorištavanje prednosti prethodnog učenja, smanjuje potrebu za velikim brojem označenih podataka te ubrzava i poboljšava proces treniranja klasifikatora.



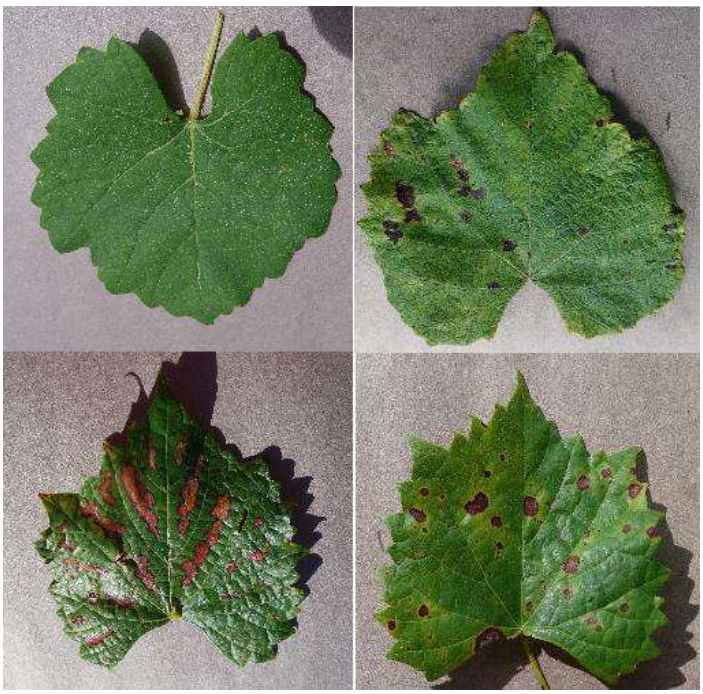
Slika 2. Prikaz postupka primjene autoenkodera

3.1. Prikupljanje podataka

Za potrebe ovog istraživanja korišten je javno dostupan podatkovni skup s platforme Kaggle pod nazivom *Grape Leaf Disease Dataset (*Yeo, S., 2024.), koji sadrži slike vinove loze razvrstane prema zdravstvenom stanju biljke.
Skup uključuje ukupno više od 10.000 slika podijeljenih u četiri klase:

- Zdravi uzorci lista
- Black rot,
- Esca
- Leaf blight.

Podaci su prikupljeni u originalnoj JPEG formi te uključuju slike različitih dimenzija i kvalitete, snimane u prirodnim uvjetima. Kako bi se osigurala kvaliteta i ujednačenost ulaznih podataka za potrebe dubokog učenja, provedena je osnovna predobrada. U fazi predobrade slike su prvo promijenjene na fiksnu rezoluciju (npr. 224×224 piksela) kako bi bile kompatibilne s ulaznim slojem neuronske mreže. Zatim su normalizirane tako da su vrijednosti piksela skalirane u raspon [0, 1], što olakšava konvergenciju mreže tijekom treniranja. Za potrebe treniranja autoenkodera odabrano je po 1000 slika iz svake klase. U ovoj fazi klasne oznake nisu bile korištene jer je model treniran nenadzirano, s ciljem učenja latentne reprezentacije slike. Podaci su nasumično raspodijeljeni u skupove za treniranje (80 %) i validaciju (20 %). U kasnijoj fazi, prilikom dodavanja klasifikacijskih slojeva i prijelaza na nadzirano učenje, korišten je isti skup podataka, ali s pripadajućim klasnim oznakama. Također je izdvojen i poseban testni skup od 100 slika koje nisu sudjelovale u prethodnim fazama, kako bi se osigurala objektivna evaluacija modela. Na slici 3, vidljivi su primjeri lista za svaku navedenu klasu. Gornja lijeva slika prikazuje zdrav list vinove loze, gornja desna slika prikazuje primjer lista za klasu *Black rot*, donja lijeva slika daje primjer za klasu *Esca* i na kraju donja desna slika prikazuje list koji pripada klasi *Leaf blight*.



Slika 3. Prikaz primjera lista za svaku navedenu klasu

3.2. Izgradnja autoenkodera

Nakon provedene predobrade i odabira reprezentativnog skupa slika za svaku od četiri klase bolesti vinove loze, pristupilo se izgradnji konvolucijskog autoenkodera s ciljem učenja značajki ulaznih slika bez nadzora. Kod izgradnje modela korištene su konvolucijske i pooling operacije u enkoderu kako bi se očuvala prostorna struktura slike, dok je dekoder uključivao transponirane konvolucije koje služe za povećanje dimenzija i obnavljanje izvornog oblika slike. Prilikom izgradnje autoenkodera, ključna komponenta arhitekture je pravilno usklađivanje dimenzija između izlaza enkoderskog dijela i ulaza dekodera. Naime, enkoder postupno sažima ulaznu sliku u latentni prostor smanjenih dimenzija, koji mora sadržavati dovoljno informacija da dekoder može rekonstruirati izvornu sliku. Ako dekoder nije dizajniran tako da primi upravo onakav oblik i dimenzije koje isporučuje enkoder, model neće biti sposoban uspješno naučiti zadatak rekonstrukcije. Zbog toga je nužno osigurati da se arhitektura dekodera simetrično nadovezuje na strukturu enkodera, posebice u pogledu dimenzionalnosti izlaza iz svakog sloja. U konvolucijskim autoenkoderima to se često postiže korištenjem transponiranih konvolucija (engl. *transposed convolutions*) ili upsampling operacija koje "povećavaju" dimenzije natrag prema izvornim, vodeći računa o prostornim dimenzijama (visina × širina) i broju kanala. Ova usklađenost nije važna samo radi tehničke ispravnosti modela, već i radi stabilnosti procesa učenja i kvalitete konačne rekonstrukcije, budući da neadekvatno dimenzionirani dekoder može izgubiti ključne informacije kodirane u latentnom prostoru. Nakon treniranja autoenkodera, kvaliteta rekonstrukcije procijenjena je korištenjem dviju evaluacijskih mjera: srednje kvadratne pogreške (*MSE*) i indeksa strukturne sličnosti (*SSIM*). MSE mjeri prosječnu kvadratnu razliku između piksela ulazne i rekonstruirane slike te je osjetljiv na razlike u intenzitetima. SSIM, s druge strane, evaluira koliko je rekonstrukcija strukturno slična originalu s aspekta percepcije čovjeka, uzimajući u obzir kontrast, svjetlinu i teksturu. Kombiniranjem ovih dviju mjera postignut je uravnoteženi uvid u tehničku i perceptivnu točnost rekonstrukcije.

Nakon sastavljanja modela autoenkodera, bilo je potrebno definirati parametre za treniranje. Model je kompajliran korištenjem Adam optimizatora s početnim koeficijentom učenja (engl. *learning rate*) postavljenim na 0.001 i malom vrijednosti parametra epsilon radi stabilnosti gradijentnog izračuna. Kao funkcija gubitka korištena je prilagođena kombinacija srednje kvadratne pogreške (MSE) i indeksa strukturne sličnosti (SSIM), čime se težilo ne samo numerički točnoj, već i perceptivno vjerodostojnoj rekonstrukciji slika. Uz

funkciju gubitka, kao dodatna metrika praćena je točnost te SSIM, koji daje uvid u kvalitetu strukturalne sličnosti između ulazne i rekonstruirane slike. Za potrebe praćenja tijeka treniranja implementirana je posebna LambdaCallback funkcija koja na kraju svake epohe ispisuje osnovne statistike i vizualizira trendove točnosti i gubitka. Ovakva vizualizacija omogućuje uvid u eventualne pojave prenaučenosti (engl. *Overfitting*) ili zastajanja u učenju. Uz to, predviđena je i upotreba callbacka ReduceLROnPlateau, koji automatski smanjuje koeficijent učenja u slučaju da ne dolazi do poboljšanja validacijskog gubitka unutar određenog broja epoha. Ovaj mehanizam omogućava finiju regulaciju procesa učenja i olakšava konvergenciju modela.
Treniranje modela izvedeno je nad skupom slika podijeljenim u treniranu i validacijsku skupinu putem generatorskog pristupa. Korišten je fit() metoda Keras API-ja, pri čemu su definirani parametri poput broja epoha (30), broja koraka po epohi, kao i koraka za validaciju. Prilikom treniranja korišteni su prethodno definirani callbackovi radi boljeg praćenja i prilagodbe procesa učenja. Model je učen tako da rekonstruira ulazne slike iz latentnog prostora, a kvaliteta rekonstrukcije pratila se kroz definirane metrike. Slika 4 prikazuje arhitekturu neuronske mreže enkoder i dekoder dijela.

Model: "encoder"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 224, 224, 32)	896
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 112, 112, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 112, 112, 64)	18,496
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 56, 56, 64)	0
flatten (Flatten)	(None, 200704)	0
dense (Dense)	(None, 180)	36,126,900

Total params: 36,146,292 (137.89 MB)
Trainable params: 36,146,292 (137.89 MB)

Model: "decoder"

Layer (type)	Output Shape	Param #
dense_1 (Dense)	(None, 200704)	36,327,424
reshape (Reshape)	(None, 56, 56, 64)	0
conv2d_transpose (Conv2DTranspose)	(None, 56, 56, 64)	36,928
up_sampling2d (UpSampling2D)	(None, 112, 112, 64)	0
conv2d_transpose_1 (Conv2DTranspose)	(None, 112, 112, 32)	18,464
up_sampling2d_1 (UpSampling2D)	(None, 224, 224, 32)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 224, 224, 3)	867

Total params: 36,383,683 (138.79 MB)
Trainable params: 36,383,683 (138.79 MB)

Slika 4. Prikaz arhitekture enkoder i dekoder dijela neuronske mreže

3.3. Izgradnja klasifikacijskog dijela

Izgrađeni klasifikacijski model temelji se na prethodno treniranom enkoderskom dijelu autoenkodera, koji je tijekom učenja usvojio korisne značajke iz ulaznih slika. Prvi korak uključuje izdvajanje enkodera i zamrzavanje prva četiri sloja, čime se sprječava mijenjanje težina u početnim slojevima tijekom daljnjeg treniranja. Ovisno o strategiji, može se odlučiti

zamrznuti sve slojeve ili ostaviti neke od njih otvorenima za dodatno učenje postupkom finog podešavanja, kako bi se model bolje prilagodio zadatku klasifikacije. Nakon enkodera, na model se dodaju slojevi za klasifikaciju. Uobičajeno se koristi sloja *Flatten* koji višedimenzionalne tenzore pretvara u jednovektorski oblik pogodan za potpuno povezane slojeve. Zatim slijedi jedan ili više *Dense* slojeva s potpunim smanjenjem broja neurona jednakim broju klasa, s *Softmax* aktivacijskom funkcijom u slučaju višeklasne klasifikacije. Fino podešavanje dodatno se primijenilo na zadnja tri sloja enkoderskih slojeva kako bi se model dodatno prilagodio novom zadatku klasifikacije, u ovom slučaju prepoznavanju bolesti vinove loze.

Model je kompajliran korištenjem Adam optimizatora s prilagođenim parametrom učenja te funkcijom gubitka *sparse_categorical_crossentropy,* uz metriku točnosti *accuracy*. Za treniranje su korišteni generatori slika *ImageDataGenerator* koji su omogućili učitavanje podataka u serijama te dodatno proširenje podatkovnog skupa slika tijekom treniranja nad kojima su se vršile operacije rotacije, smicanja, zumiranja, horizontalnog okretanja, čime se povećala raznolikost i robusnost modela. Ulazne slike su prethodno skalirane na raspon [0,1]. Model je treniran tijekom 25 epoha, uz kontinuirano praćenje vrijednosti gubitka i točnosti na trening i validacijskim skupovima slika. Po završetku treniranja, model je spremljen te ponovno učitan radi provođenja evaluacije na odvojenom skupu slika. Za evaluaciju modela odabrano je po 25 reprezentativnih slika iz svake klase iz validacijskog skupa, kako bi se osigurala uravnotežena analiza. Nakon predikcije, rezultati su prikazani pomoću matrice zabune, gdje su se jasno mogle očitati ispravne i pogrešne klasifikacije po klasama. Osim toga, generiran je i klasifikacijski izvještaj koji uključuje metrike preciznost (engl. Precision), odziv (engl. Recall), i F1-mjera za svaku pojedinu klasu.

Model: "functional_15"

Layer (type)	Output Shape	Param #
input_layer_2 (InputLayer)	(None, 224, 224, 3)	0
encoder (Sequential)	(None, 180)	36,146,292
dense (Dense)	(None, 128)	23,168
dropout (Dropout)	(None, 128)	0
dense_1 (Dense)	(None, 64)	8,256
dense_2 (Dense)	(None, 4)	260

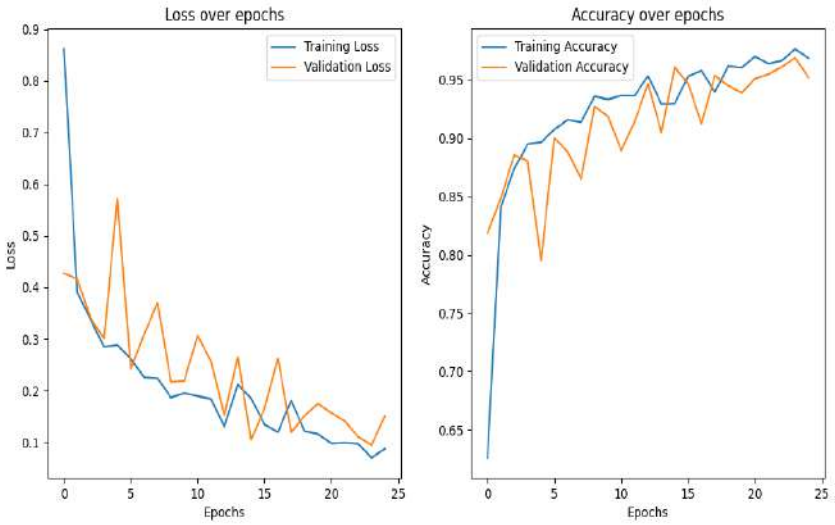
Total params: 36,177,978 (138.01 MB)
Trainable params: 36,158,584 (137.93 MB)
Non-trainable params: 19,392 (75.75 KB)
Optimizer params: 2 (12.00 B)

Slika 5. Prikaz arhitekture enkoder dijela i dodanih klasifikacijskih slojeva

4. REZULTATI VALIDACIJE I TESTIRANJA TRENIRANIH MODELA

Treniranje autoenkodera trajalo je ukupno 115 minuta, tijekom kojih je postignuta vrijednost kombinirane funkcije gubitka (MSE + SSIM) od 0.29. Ovaj rezultat ukazuje na to da je enkoder naučio vrlo korisne i informativne reprezentacije ulaznih slika, što je kasnije iskorišteno u klasifikacijskom dijelu modela.

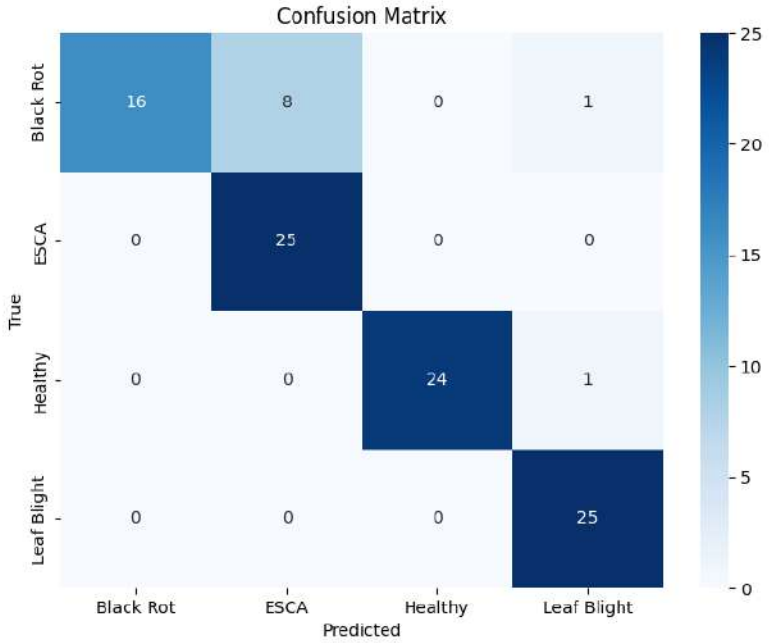
Za klasifikacijski dio modela, gdje je korišten pristup finog podešavanja u kojem su zadnja tri sloja modela ostala odmrznuta kako bi se dodatno prilagodili novom zadatku klasifikacije bolesti vinove loze na označenom podatkovnom skupu. Trening modela prikazan je na slici 6, gdje se vidi da se gubitak(engl. *Loss*) smanjuje kroz epohe, dok točnost (engl. *Accuracy*) na treningu i validaciji postupno raste. U konačnici, validacijska točnost doseže vrlo visoke vrijednosti iznad 95%, što ukazuje na uspješnu generalizaciju modela za neviđene podatke. Treniranje klasifikacijskog modela trajalo je 23 minute.



Slika 6. Segmentacija instance i semantička segmentacija na slikama vinove loze

Konačnu evaluaciju modela dodatno potvrđuje matrica zabune prikazana na slici 7. Iz matrice je vidljivo da model vrlo precizno klasificira sve četiri klase *Black Rot, Esca, Healthy* i *Leaf Blight.* Klase ESCA i Leaf Blight su u potpunosti točno klasificirane, dok kod klase Black Rot dolazi do nešto više zabuna. Osam primjera klase *Black Rot* pogrešno je klasificirano kao *ESCA* i jedan kao *Leaf Blight*. Također kod klase Healthy zabilježena je jedna pogrešna klasifikacija kao Leaf Blight. Unatoč tim manjim pogreškama, ukupni rezultat ukazuje na

visoku učinkovitost modela, osobito s obzirom na složenost zadatka i prisutnost sličnih vizualnih karakteristika između nekih klasa.



Slika 7. Prikaz matrice

Dodatnu potvrdu ovih zapažanja pružaju precizne metrike vidljive s klasifikacijskim izvještajem koji se može vidjeti na slici 8. Izvještaj je napravljen na temelju matrice zabune sa slike 7. Model pokazuje odlične rezultate za većinu klasa, osobito *Healthy* i *Leaf Blight*, s visokom F1-ocjenom. Međutim, klasa Black Rot ima najniži odziv s vrijednošću 0.64, što znači da model često ne prepoznaje tu bolest, iako je preciznost od 1.00 za nju visoka kada je ipak prepozna. Ukupna točnost modela iznosi 90%, a prosječne vrijednosti mjera ukazuju na solidne, ali ne ujednačene performanse.

	precision	recall	f1-score	support
Black Rot	1.00	0.64	0.78	25
ESCA	0.76	1.00	0.86	25
Healthy	1.00	0.96	0.98	25
Leaf Blight	0.93	1.00	0.96	25
accuracy			0.90	100
macro avg	0.92	0.90	0.90	100
weighted avg	0.92	0.90	0.90	100

Slika 8. Prikaz klasifikacijskog izvještaja

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu razvijen je duboki model temeljen na autoenkoderu i transfer learning pristupu za automatsku klasifikaciju bolesti vinove loze. Autoenkoder je treniran kombinacijom MSE i SSIM gubitka te je uspješno naučio reprezentativne značajke iz slikovnih podataka. Nakon toga, enkoderski dio modela iskorišten je kao baza za klasifikator kojem su dodani dodatni slojevi, a treniran je s finim podešavanjem. Na testnom skupu postignuta je ukupna točnost od 90%, uz posebno visoke metrike za klase *Healthy* i *Leaf Blight*. Najveći izazov ostao je prepoznavanje klase *Black Rot*, gdje je recall bio nešto niži. Dobiveni rezultati potvrđuju učinkovitost predloženog pristupa i pokazuju njegov potencijal za upotrebu u praktičnim sustavima nadzora zdravlja biljaka. Daljnja poboljšanja mogu se postići optimizacijom modela i proširenjem skupa podataka.

LITERATURA

1. Charte, F., Rivera, A. J., del Jesús, M. J., & Herrera, F. (2018). *A practical tutorial on autoencoders for nonlinear feature fusion: Taxonomy, models, software and guidelines.* Information Fusion, 44, 78–96. [Online].

Dostupno na : https://arxiv.org/abs/2201.03898
Dostupno na : https://doi.org/10.1109/TKDE.2009.191
Dostupno na : https://jmlr.org/papers/v11/erhan10a.html

Dostupno na : https://www.researchgate.net/publication/221346269_Extracting_and_composing_robust_features_with_denoising_autoencoders
Dostupno na : https://www.researchgate.net/publication/322035383_A_practical_tutorial_on_autoencoders_for_nonlinear_feature_fusion_Taxonomy_models_software_and_guidelines
Dostupno na : https://www.researchgate.net/publication/6912170_Reducing_the_Dimensionality_of_Data_with_Neural_Networks
Dostupno na: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2016/
Dostupno na: https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2014/papers/Oquab_Learning_and_Transferring_2014_CVPR_paper.pdf
Dostupno na: https://www.kaggle.com/datasets/stefanyeo/grape-vine-leaf-disease
Dostupno na: https://zir.nsk.hr/islandora/object/etfos:2841

2. Erhan, D., Bengio, Y., Courville, A., & Vincent, P. (2010). Why does unsupervised pre-training help deep learning? *JMLR*, 11, 625–660. [Online].
3. Hinton, G. E., & Salakhutdinov, R. R. (2006). Reducing the dimensionality of data with neural networks. *Science*, 313(5786), 504–507. [Online].
4. Howard, J., & Ruder, S. (2018). *Universal language model fine-tuning for text classification*. In Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL). https://aclanthology.org/P18-1031/
5. Markota, K.(2020). Prepoznavanje bolesti vinove loze sa slika [Online].
6. Michelucci, U.(2022). An introduction to Autoencoders. [Online].
7. Oquab, M., Bottou, L., Laptev, I., & Sivic, J. (2014). Learning and transferring mid-level image representations using convolutional neural networks. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. [Online].
8. Pan, S. J., & Yang, Q. (2010). *A survey on transfer learning*. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 22(10), 1345–1359. [Online].
9. Sladojević, S., Arsenović, M., Anderla, A., Šimunić, I., & Stefanović, D. (2016). Deep neural networks based recognition of plant diseases by

leaf image classification. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2016, 1–11[Online].

10. Tan, C., Sun, F., Kong, T., Zhang, W., Yang, C., & Liu, C. (2018). *A survey on deep transfer learning*. In Proceedings of the 27th International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN). https://doi.org/10.1007/978-3-030-01424-7_27
11. Vincent, P., Larochelle, H., Bengio, Y., & Manzagol, P.-A. (2008). Extracting and composing robust features with denoising autoencoders. *ICML 2008*. [Online].
12. Yeo, S. (2024). Grape Vine leaf diseasee Dataset. [Online].
13. Yosinski, J., Clune, J., Bengio, Y., & Lipson, H. (2014). *How transferable are features in deep neural networks?* In Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2014/file/375c71349b295fbe2dcdca9206f20a06-Paper.pdf
14. Zabala, N. Q., & Pajares, J. A. (2018). Grapevine leaf disease detection using Convolutional Neural Networks. Computers and Electronics in Agriculture. [Online]. Dostupno na: https://www.mdpi.com/2077-0472/12/6/887

UTICAJ MIKROPLASTIKE NA ZDRAVLJE I OKOLINU

THE IMPACT OF MICROPLASTICS ON HEALTH AND THE ENVIRONMENT

Stručni rad/ Professional paper

Prof. dr. Irmelina Karić*

Asja Memagić, studentica*

Sažetak

Mikroplastika je postala sveprisutna komponenta našeg okoliša, s potencijalno ozbiljnim posljedicama za zdravlje ljudi i ekosistema. Sitne čestice plastike, manje od 5 milimetara, prisutne su u vodi, zraku i hrani koju konzumiramo. Iako su posljedice izloženosti mikroplastici na ljudsko zdravlje još uvijek predmet istraživanja, postoje dokazi o mogućim štetnim efektima na probavni, respiratorni i imunološki sistem. Također, uticaj mikroplastike na okoliš je višestruk, uključujući zagađenje tla, vodenih ekosistema i ulazak u hranidbene lanace. U ovom radu bit će prikazan način nastanka mikroplastike, njen uticaj na ljudsko zdravlje i ekološke posljedice. (Sharma & Chatterjee, 2017)

***Ključne riječi**: mikroplastika, zdravlje, okoliš, zagađenje, hranidbeni lanac*

Abstract

Microplastics have become a ubiquitous component of our environment, with potentially serious consequences for human health and ecosystems. Tiny plastic particles, smaller than 5 millimeters, are present in water, soil, air, and food we consume. Although the health impacts of microplastic exposure are still under research, evidence suggests potential harmful effects on the digestive, respiratory, and immune systems. Furthermore, microplastic pollution affects ecosystems by contaminating soil, aquatic environments, and entering food chains. This paper presents the origin of microplastics, their effects on human health, and their ecological consequences.

***Key words**: microplastics, health, environment, pollution, food chain*

* Visoka škola “CEPS-Centar za poslovne studije” Kiseljak, email: irmelina.karic@ceps.edu.ba

* Visoka škola “CEPS-Centar za poslovne studije” Kiseljak, email: asjamemagic@gmail.com

1. UVOD

Plastika, zbog svojih korisnih svojstava poput trajnosti i otpornosti, danas je prisutna u gotovo svim aspektima života. Međutim, degradacijom plastike nastaju sitne čestice poznate kao mikroplastika, koja postaje globalni ekološki problem. Mikroplastika dolazi iz različitih izvora, uključujući kozmetiku, odjeću, industrijske procese i raspadanje većih plastičnih predmeta. Njena sveprisutnost znači da je prisutna u vodi koju pijemo, hrani koju jedemo i zraku koji udišemo. Pitanje uticaja mikroplastike na ljudsko zdravlje i okoliš predstavlja izazov za znanstvenu zajednicu i zahtijeva hitne preventivne mjere. (Sharma & Chatterjee, 2017; SAPEA, 2019).

2. DEFINICIJA MIKROPLASTIKE I MEHANIZMI UNOŠENJA U ORGANIZAM

Mikroplastika se definiše kao plastične čestice promjera manjeg od 5mm. Čestice mikroplastike pronađene su u pitkoj vodi, morskim plodovima, soli, pa čak i u ljudskim tkivima, kao što je krv i u plućima. Naučna istraživanja još uvijek pokušavaju razotkrit dugoročne posljedice, ali dosadašnji rezultati već ukazuju na alarmantnu prisutnost mikroplastike u svakodnevnom životu. Osim toga, mikroplastika može biti nosilac patogena i toksičnih supstanci koje dodatno pogoršavaju njen utjecaj na biološke sisteme.
Mehanizmi unošenja mikroplastike u tijelo uključuju gutanje, udisanje i apsorpciju kroz kožu. U tijelu čestice mogu izazvati oksidativni stres, upale, imunosupresiju i druga štetna djelovanja (Wright & Kelly, 2017).

2.1. Vrste mikroplastike

Primarna mikroplastika- čestice koje su namjenski proizvedene u malim količinama, najčešće za kozmetičke proizvode (npr.piling,pasta za zube) ili industrijske procese (SAPEA, 2019).
Sekundarna mikroplastika- nastaje razgradnjom većih komada plastike uslijed UV zračenja, mehaničkog trošenja i hemijskih procesa (SAPEA, 2019).

2.2. Izvori mikroplastike

Potiče iz više izvora kao što su:

- Kućanstva i kozmetika- proizvodi s mikrogranulama
- Tekstilna industrija- sintetičke tkanine poput poliestera

- Ambalaža i plastičnih otpada- degradacija plastičnih vrećica, boca, folija
- Industrija i transport- abrazija guma, boje, građevinski material (SAPEA,2019)
-



Slika 1. Izvori mikroplastike
Izvor: https://sl.bing.net/eqhKIoDX5LE , datum preuzimanja: 2.5.2025.

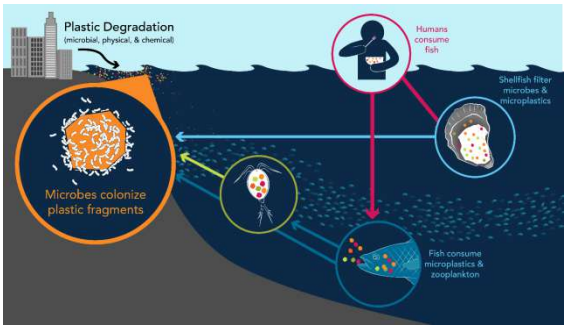
3. DJELOVANJE MIKROPLASTIKE U HRANIDBENOM LANCU

Ulaskom u vodene sisteme, mikroplastika postaje hrana planktonima, ribama i drugim organizmima. Kroz process biomagnifikacije, koncentracija toksina raste na višim nivoima hranidbenog lanca, uključujući i ljude koji konzumiraju morske plodove.(Smith et al., 2018).

Mikroplastika sve češće dospijeva u hranidbeni lanac preko različitih organizama, naročito u vodenim ekosistemima. Sitne čestice plastike unose planktonski organizmi, koji zatim bivaju pojedeni od većih životinjskih vrsta, što omogućava prelazak mikroplastike u više trofičke nivoe (Cole et al., 2011).

Konzumacijom kontaminirane hrane, ribe i morskih plodova, mikroplastika dolazi i do čovjeka, što otvara pitanje zdravstvenih posljedica izloženosti toksičnim aditivima i adsorbovanim zagađivačima (Smith et al., 2018). Poseban rizik predstavlja akumulacija lipofilnih zagađivača, poput teških metala i pesticida, koji se vežu za mikroplastiku (Koelmans et al., 2016).

Studije su pokazale da se mikroplastika može naći u probavnom traktu, jetri, pa čak i ćelijama nekih organizama, što ukazuje na mogućnost sistemskih efekata (Lusher et al., 2017). Pored fizičkog oštećenja tkiva, postoji i mogućnost poremećaja endokrinog sistema zbog hemikalija kao što su ftalati i bisfenol A, koji se često nalaze u plastici (Rochman et al., 2013).
Djelovanje mikroplastike u hranidbenom lancu je višestruko – biološki, hemijski i ekološki, te zahtijeva integrisani pristup u istraživanjima i strategijama zaštite životne sredine.



Slika 2. Mikroplastika u hranidbenom lancu
Izvor: https://sl.bing.net/dbQGyBUUT6W ,datum preuzimanja: 2.5.2025.

4. UTICAJ MIKROPLASTIKE NA LJUDSKO ZDRAVLJE

Prisustvo mikroplastike u čovjekovoj svakodnevici, uključujući hranu, vodu i zrak, izaziva sve veću zabrinutost zbog potencijalnih štetnih uticaja na zdravlje. Iako je istraživanje još u ranoj fazi, postoje dokazi da mikroplastika može izazvati fiziološke, hemijske i imunološke promjene u ljudskom organizmu (Wright and Kelly, 2017).
Jedan od glavnih problema jeste sposobnost mikroplastike da nosi štetne hemikalije, uključujući ftalate, bisfenol A (BPA), teške metale i perzistentne organske zagađivače, koji mogu djelovati kao endokrini disruptori (Rochman et al., 2013). Dugotrajna izloženost ovim supstancama povezuje se sa hormonalnim disbalansom, razvojem tumora, smanjenjem plodnosti i neurološkim poremećajima (Campanale et al., 2020).
Udisanjem mikroplastičnih čestica iz zraka (posebno u zatvorenim prostorima), moguća su oštećenja plućnog tkiva, upalni procesi i razvoj respiratornih bolesti (Prata, 2018). Pored toga, digestivni sistem je primarna ruta izloženosti preko hrane i vode, pri čemu mikroplastika može uticati na crijevnu mikrobiotu, izazvati upalne reakcije i povećati propusnost crijeva (Deng et al., 2017). Iako mehanizmi toksičnosti još nisu u potpunosti razjašnjeni, brojna istraživanja

upozoravaju na potrebu regulacije izloženosti i daljih kliničkih studija na ljudima.

4.1. Digestivni sistem

Gutanje mikroplastike može dovesti do mehaničkog oštećenja crijeva, promjena u crijevnoj mikroflori te apsorpije toksičnih supstanci. Studije su pokazale prisutnost mikroplastike u fecesu, što potvrđuje njen prolazak kroz probavni trakt. (Smith et al., 2018)

4.2. Respiratorni sistem

Udisanje mikroplastike iz zraka, posebno u urbanim sredinama i industrijskim zonama, povezano je s upalama dišnih puteva, razvojem astme i drugim respiratornim problemima. (Galloway, 2015)

4.3. Imunološki sistem

Mikroplastika može izazvati imunološke odgovore, uključujući upale i alergijske reakcije, a istraživanja sugerišu i potencijalnu povezanost s autoimunim oboljenjima. (Galloway, 2015)

4.4. Toksični efekti na organizam

Mikroplastika se često veže za hemikalije kao što su:

- Bisfenol A (BPA) (Wright & Kelly, 2017)
- Ftalati
- Teški metali

Ove supstance remete rad hormona, povezane su s razvojem karcinoma, neplodnosti i neurološkim poremećajima.



Slika 3. Toksični efekti mikroplastike u arterijama
Izvor: https://sl.bing.net/csypNfzWcIm , datum preuzimanja: 2.5.2025.

5. UTICAJ MIKROPLASTIKE NA OKOLINU

U tlu, mikroplastika može mijenjati strukturu tla i uticati na rast biljaka, dok u zraku doprinosi onečišćenju atmosfere. U konačnici, ovi efekti utječu na bioraznolikost, poljoprivredu, pa čak i na klimatske procese. (Sharma, Chatterjee, 2017)
Mikroplastika predstavlja globalni ekološki problem koji utiče na sve ekosisteme – od okeana do kopnenih voda, tla i atmosfere. Njene čestice su manje od 5 mm, ali imaju značajan potencijal štetnosti zbog hemijskog sastava i sposobnosti da adsorbuju toksine (Geyer, Jambeck, Law, 2017).
Prisutna je u gotovo svim segmentima životne sredine, a njeno porijeklo je najčešće iz degradacije većih plastičnih materijala, kozmetičkih proizvoda i sintetičkih tkanina (Andrady, 2011).
U vodenim ekosistemima, mikroplastika ulazi u prehrambeni lanac preko planktona, riba i drugih morskih organizama, što može dovesti do bioakumulacije i biomagnifikacije toksičnih materija (Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. 2011). Na kopnu, kontaminira tlo i utiče na mikrobiološku raznolikost i kvalitet zemljišta (Rillig, 2012). Takođe, sve je više dokaza da mikroplastika dospijeva u zrak, što može imati uticaj na zdravlje ljudi udisanjem čestica koje nose štetne hemikalije (Gasperi, et al. 2018).
Osim što direktno utiče na floru i faunu, mikroplastika može poslužiti kao vektor za patogene mikroorganizme, dodatno ugrožavajući ekosisteme i potencijalno zdravlje ljudi (Zettler, MincerAmaral-Zettler, 2013).
Potrebne su hitne mjere na globalnom i lokalnom nivou kako bi se ograničila proizvodnja i upotreba plastike za jednokratnu upotrebu, razvili efikasniji sistemi reciklaže i povećala svijest o ovom problemu.

6. ZAKLJUČAK

Mikroplastika predstavlja značajan izazov za zdravlje ljudi i očuvanje okoliša. Iako su dugoročni učinci još uvijek predmet istraživanja, postojeće spoznaje ukazuju na potrebu za hitnim djelovanjem u vidu smanjenja plastike, razvoja biorazgradivih materijala i pojačanog istraživanja. Edukacija javnosti i redukcija upotrebe plastike, ključni su faktor u borbi protiv rastuće prijetnje-mikroplastike. (SAPEA, 2019) Prevencija daljeg zagađenja mikroplastikom

zahtijeva koordinisano djelovanje industrije, zakonodavaca i potrošača kroz konkretne mjere politike, promjene ponašanja i inovacije u materijalima.

Mikroplastika predstavlja tihu, ali ozbiljnu prijetnju savremenom društvu, s obzirom na njenu sveprisutnost u prirodnom okruženju i potencijalne štetne posljedice po zdravlje ljudi. Njeno prisustvo u hranidbenom lancu, vodi, zraku i zemljištu zahtijeva hitno i koordinirano djelovanje na globalnom nivou. Iako su istraživanja još u toku, postoje brojni dokazi koji ukazuju na njen štetan uticaj na ekosisteme i ljudski organizam, naročito putem bioakumulacije i unošenja toksičnih hemikalija.

Neophodna je sveobuhvatna strategija koja podrazumijeva smanjenje proizvodnje plastike za jednokratnu upotrebu, razvoj sigurnijih materijala, poboljšanje sistema reciklaže i edukaciju stanovništva. Takođe, ključno je podsticanje interdisciplinarnih istraživanja koja će precizno utvrditi biološke mehanizme djelovanja mikroplastike na ljudski organizam i omogućiti razvoj zaštitnih mjera.

Mikroplastika više nije problem budućnosti – ona je izazov sadašnjosti. Samo zajedničkim djelovanjem nauke, industrije, zakonodavstva i građana moguće je zaštititi okoliš i zdravlje narednih generacija.

LITERATURA

1. Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 62(8), 1596–1605.
2. Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V. and Uricchio, V.F., 2020. A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(4), p.1212.
3. Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C. and Galloway, T.S., 2011. The impact of microplastics on zooplankton. Environmental Science & Technology, 45(24), pp.9755–9761.
4. Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. Marine Pollution Bulletin, 62(12), 2588–2597.
5. Deng, Y., Zhang, Y., Lemos, B. and Ren, H., 2017. Tissue accumulation of microplastics in mice and biomarker responses suggest widespread health risks of exposure. Scientific Reports, 7(1), p.46687.
6. Galloway, T. S. (2015). Micro- and Nano-plastics and Human Health. Marine Anthropogenic Litter, 343–366.

7. Gasperi, J., et al. (2018). Microplastics in air: Are we breathing it in? Current Opinion in Environmental Science & Health, 1, 1–5.
8. Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, 3(7), e1700782.
9. Koelmans, A.A., Bakir, A., Burton, G.A. and Janssen, C.R., 2016. Microplastic as a vector for chemicals in the aquatic environment: Critical review and model-supported reinterpretation of empirical studies. Environmental Science & Technology, 50(7), pp.3315–3326.
10. Lusher, A.L., McHugh, M. and Thompson, R.C., 2017. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. Marine Pollution Bulletin, 95(1), pp.94–99.
11. Prata, J.C., 2018. Airborne microplastics: Consequences to human health? Environmental Pollution, 234, pp.115–126.
12. Rillig, M. C. (2012). Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil? Environmental Science & Technology, 46(12), 6453–6454.
13. Rochman, C.M., Hoh, E., Kurobe, T. and Teh, S.J., 2013. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. Scientific Reports, 3, p.3263.
14. Rochman, C.M., Hoh, E., Kurobe, T. and Teh, S.J., 2013. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. Scientific Reports, 3, p.3263.
15. SAPEA (2019). A scientific perspective on microplastics in nature and society. Science Advice for Policy by European Academies.
16. Sharma, S., & Chatterjee, S. (2017). Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. Environmental Science and Pollution Research, 24(27), 21530-21547.
17. Smith, M., Love, D. C., Rochman, C. M., & Neff, R. A. (2018). Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health. Current Environmental Health Reports, 5(3), 375–386.
18. Smith, M., Love, D.C., Rochman, C.M. and Neff, R.A., 2018. Microplastics in seafood and the implications for human health. Current Environmental Health Reports, 5(3), pp.375–386.
19. Wright, S. L., & Kelly, F. J. (2017). Plastic and Human Health: A Micro Issue? Environmental Science & Technology, 51(12), 6634-6647.
20. Wright, S.L. and Kelly, F.J., 2017. Plastic and human health: A micro issue? Environmental Science & Technology, 51(12), pp.6634–6647.
21. Zettler, E. R., Mincer, T. J., & Amaral-Zettler, L. A. (2013). Life in the “plastisphere”: Microbial communities on plastic marine debris. Environmental Science & Technology, 47(13), 7137–7146

CONSIDERATIONS ON INCREASING WORK PERFORMANCE

RAZMATRANJA U VEZI SA RADOM

Stručni rad / Professional paper

Alexandra Ștefan(Barabaș), student*
Nicoleta Fîcă, student*
Professor PhD Dumitru Bonas*

Abstract

Work performance is one of the sustained concerns in employee management. It is often evaluated in relation to different benchmarks. According to Armstrong (2003), "work performance means both behaviours and measurable results of human activity, a way in which organisations act to accomplish their tasks," while Chivu (2003) defines it as "the intensity with which the individual contributes to the development of the organisation, in relation to the objectives and standards set by the employer." These definitions show that work performance reflects both behavioural aspects and concrete results in achieving objectives within a competitive environment. Improving work performance is essential for long-term organisational success and competitiveness. It involves optimising processes, developing competencies, motivating employees, and creating a supportive environment. With effective strategies, organisations can better utilise human potential and respond to changing market demands. Responsibility for work performance lies with both managers and employees, requiring consistent management of intellectual capital aligned with strategic goals.

Keywords*: work performance, employee management, organizational goals, human potential, competitiveness*

Sažetak

Radni učinak je jedno od stalnih pitanja u upravljanju zaposlenicima. Često se procjenjuje u odnosu na različite standarde. Prema Armstrongu (2003), „radni

* George Bacovia University, email: alexandra.barabas@ugb.ro
* George Bacovia University: email: nicoleta.fica@ugb.ro
* George Bacovia University: email: dumitru.bontaș@ugb.ro

učinak podrazumijeva i ponašanja i mjerljive rezultate ljudske aktivnosti, način na koji organizacije djeluju kako bi izvršile svoje zadatke“, dok ga Chivu (2003) definiše kao „intenzitet s kojim pojedinac doprinosi razvoju organizacije, u skladu s ciljevima i standardima koje postavlja poslodavac.“ Ove definicije pokazuju da radni učinak odražava kako ponašajne aspekte, tako i konkretne rezultate u ostvarivanju ciljeva unutar konkurentnog okruženja. Unapređenje radnog učinka ključno je za dugoročni uspjeh i konkurentnost organizacije. To uključuje optimizaciju procesa, razvoj kompetencija, motivaciju zaposlenika i stvaranje podržavajućeg okruženja. Efikasnim strategijama organizacije mogu bolje iskoristiti ljudski potencijal i prilagoditi se promjenama na tržištu. Odgovornost za radni učinak leži i na menadžerima i na zaposlenicima, uz potrebnu stalnu upravu intelektualnim kapitalom u skladu sa strateškim ciljevima.

***Ključne riječi**: radni učinak, upravljanje zaposlenicima, organizacijski ciljevi, ljudski potencijal, konkurentnost*

1. INTRODUCTION

The principles for ensuring work performance are presented in numerous specialised works, which we summarise into seven categories as follows:

1. strategic objectives are published in the employing organisation's system;
2. explicit work organisation, individually and in work teams;
3. work performance is done voluntarily - without constraints;
4. team management is realised directly in all hierarchical levels;
5. objectives adapted to the level reached in the professional development of the staff;
6. work performance is related to objectives negotiated between managers and employees;
7. job performance requires transparent communication at all times, fairness, empathy and procedural fairness;

Work performance assurance is not to be confused with the annual appraisal of staff, it is not a form of individual appraisal of people, of giving ratings in hierarchical order, applied from the top down or with reference to a previous period. Work performance assurance is future-oriented, oriented towards the development of the human capital, it creates a conceptual framework in which managers can help employees and executors of operations in the processes of processing the products of the human resources employer. Work performance

is the consequence of a process embedded in personnel management and aimed at increasing the quality of human resources; this concept should not be understood as a process of evaluation and constraint.
Concerns about the work performance of the staff begin with organising the process itself and developing work instructions, taking into account the logical scheme shown below, which outlines the stages in the process of achieving work performance (M Amstrong 2003).

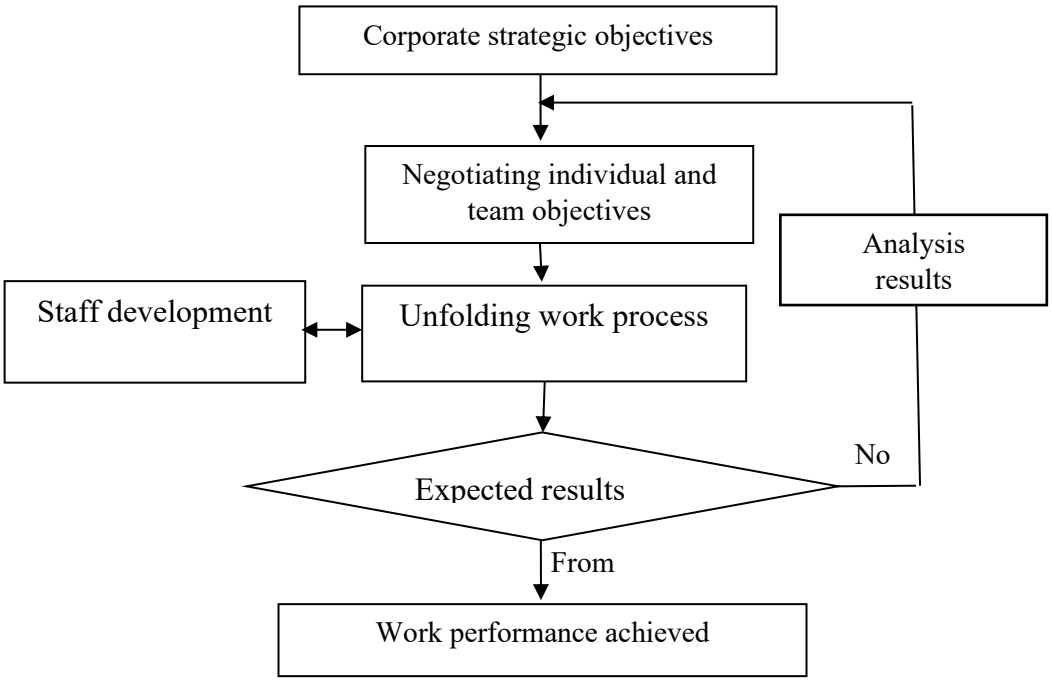


Fig. 1 Logic diagram of the process of realising work performance (after M. Armstrong 2003)

2. IMPROVING WORK PERFORMANCE

Methods for improving human resource performance are based on the assumption that all employees want to contribute to the competitive capacity of the employing organisation and that, in general, groups are forums for generating valuable ideas and actions. The following are some of the known methods highlighted by Mathis, R., Nica, C.P., Rusu, C. (1997):
 The Quality Circles method has been successfully applied in the fields of mechanical engineering, metallurgical and consumer goods manufacturing. A

"quality circle" is formed on a voluntary basis from 8-10 employees in the same department. These volunteers meet for a few hours a week and discuss issues related to the productivity and quality of the department's activities. Decisions are taken by consensus within the group. These groups usually have a lifespan of 1 to 3 years and are usually rejected by the supervisor because they are perceived as a threat to his authority.

 The self-organised teams method consists in assigning, almost entirely, all the responsibilities for the realisation of a given product or service to autonomous working groups. Management is responsible for providing information on costs, quality, and any technical assistance required by the team. For self-contained teams to work, it is necessary for the firm to develop flexible control systems, to override bureaucratic procedures, to guarantee job security and to allow for radical changes in the employer-employee relationship.

 The cash incentive method is the best-known way to ensure work productivity growth. Employees who improve their performance are paid more. Cash incentives can be given to individuals or work groups, taking into account the overall performance of the organisation. Cash incentives are also awarded to those employees who suggest ways to improve collective performance through creativity, innovation and loyalty to the employer.

 The method of improving employee behaviour is used to increase work productivity. Behaviour at middle and operational levels is modified by positive, negative or ignoring emphasis, with definite effects on supervisors and their subordinate line staff.

 The job redesign method is based on the hypothesis that the experience gained, after several production cycles, can lead to changes in each job so that employees feel satisfied and respond in through greater involvement in increasing the performance of the staffing organisation. Among the changes that can increase the motivational potential of employees are: combining tasks so it can increase the authority of workplaces or the formation of divisions responsible for a particular product.

3. EVALUATING WORK RESULTS

Work outcomes are determined after each cycle of realisation of work performance taking into account the following assessment criteria:

- Individual and team performance reporting is based on quality standards;
- Communicating managers' judgements to performers when the new cycle starts;

- Emphasising good results so that they can be repeated even better in the future, and showing how to prevent mistakes from recurring;
- Exchange views, freely and frankly, on what has been achieved and what needs to be done to achieve more;
- Assumption of actions to be undertaken by performers independently or with the support of supervisors.

The findings should be highlighted when analysing work performance so it can enable managers and performers to formulate concrete answers to a number of questions (Armstrong M. 2003):

- what have staff learnt and what do they need to learn?
- what do they think they know and what can employees do?
- where does the organisation stand in the competition with its competitors?
- where is the organisation heading in the competition with its competitors?
- how can the objectives be achieved?
- what support can management or the employing organisation offer?

Ensuring work performance involves formulating guidelines for evaluating procedures to objectively measure results. The question arises, however, where to start and how to assimilate the managerial process of work performance assurance. This process is usually introduced at the level of the entire organisation, starting with the upper hierarchical levels. A specialised working group is set up for this purpose, made up of managers and representatives of employees in executive positions. This group documents and drafts a project which is approved at the strategic management level and is then implemented in the HR management process of the HR employer.

4. CONCLUSION

Job performance is the response of the staff employed that reveals behavioural aspects as well as actual results in terms of meeting the objectives undertaken by the employing entity in competition with competitors in the same market.
Work performance is an increasingly attractive concern for human resource employers in the context of the migration of the labour force in recent years. It is not possible for people in the labour force to work efficiently and effectively without knowledge and adoption of the principles of ensuring and enhancing work performance.

The harmonisation of interpersonal relations ensures that employees' participation in the achievement of expected work performance targets (work productivity, turnover rate, absenteeism rate, etc.) is enhanced in the context of personal satisfaction work. Employee personnel management reveals the complex content of the overall process of harmonisation by appealing to the particularities of human resources, inter-human conflicts, occupational stress and social motivations.

REFERENECES

1. Amstrong, M. (2003), Human Resources Management, Bucharest: Codecs.
2. Bontaş, D. (2006), Human Resources Management, Bacău: George Bacovia University.
3. Burloiu, P. (1997), Human Resources Management, Bucharest: Lumina Lex.
4. Chivu, I., (2003), The European dimension of human resources management, Bucharest: Luceafărul.
5. Cole, G. A., (2000), Personnel Management, Bucharest: Codecs.
6. Mathis, R., Nica, C. P., Rusu, C. (1997) Human Resources Management, Bucharest: Ed. Economică.

GREEN ECONOMY AND SUSTAINABLE BUSINESS MODELS: A LITERATURE REVIEW ON STRATEGIES FOR A CIRCULAR AND RESILIENT FUTURE

ZELENO GOSPODARSTVO I ODRŽIVI POSLOVNI MODELI: PREGLED LITERATURE O STRATEGIJAMA ZA KRUŽNU I OTPORNU BUDUĆNOST

Pregledni rad / Review paper

Dănuț Moraru, student*

PhD. Lecturer, Gabriela Fotache*

Abstract

The transition to a green economy is fundamental for achieving sustainable development goals (SDGs) and addressing climate change challenges. This paper provides a literature review on sustainable business models (SBMs) that support the green economy, focusing on circular economy principles, corporate sustainability strategies, and eco-innovation. The review explores key frameworks, challenges, and opportunities for businesses aiming to integrate sustainability into their operations. The study aims to identify success factors, policy implications, and potential research directions that can drive sustainable business practices and contribute to the global green transition.

Keywords: *Green economy, sustainable business models, circular economy, corporate sustainability, eco-innovation, green transition, environmental policy, responsible business strategies.*

Sažetak

Prijelaz na zeleno gospodarstvo ključan je za postizanje ciljeva održivog razvoja (SDG-ova) i suočavanje s izazovima klimatskih promjena. Ovaj rad donosi pregled literature o održivim poslovnim modelima (OPM-ovima) koji podupiru zeleno gospodarstvo, s naglaskom na načela kružnog gospodarstva, korporativne strategije održivosti i eko-inovacije. Pregled istražuje ključne okvire, izazove i prilike za poduzeća koja nastoje integrirati održivost u svoje poslovanje. Cilj studije je identificirati čimbenike uspjeha, implikacije za politike te moguće

* George Bacovia University, email: danut.moraru@ugb.ro

* George Bacovia University, email: gabriela.fotache@ugb.ro

smjerove budućih istraživanja koji mogu potaknuti održivu poslovnu praksu i pridonijeti globalnoj zelenoj tranziciji.

***Ključne riječi**: zeleno gospodarstvo, održivi poslovni modeli, kružno gospodarstvo, korporativna održivost, eko-inovacije, zelena tranzicija, okolišna politika, odgovorne poslovne strategije.*

1. INTRODUCTION

In recent years, the global urgency to address climate change, resource depletion, and environmental degradation has intensified the shift toward more sustainable economic models. Traditional linear economic systems - based on a “take-make-dispose” approach - have proven unsustainable in the face of growing population demands and ecological limits. In this context, the green economy has emerged as a strategic pathway for aligning economic development with environmental preservation and social well-being.

A green economy, as defined by the United Nations Environment Programme (UNEP), is one that results in “improved human well-being and social equity, while significantly reducing environmental risks and ecological scarcities.” This paradigm prioritizes low-carbon, resource-efficient, and socially inclusive growth, making it a vital component in achieving the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). As part of this systemic shift, sustainable business models (SBMs) are gaining prominence. SBMs offer innovative ways for companies to generate economic value while addressing environmental and social challenges. They support eco-innovation, foster circular economy practices, and respond to evolving stakeholder expectations.

This paper provides a comprehensive literature review on the role of sustainable business models in supporting the green economy. It focuses on three interrelated pillars: circular economy principles, corporate sustainability strategies, and eco-innovation. The scope of the paper includes the analysis of key theoretical frameworks, challenges in implementation, policy implications, and success factors that shape the adoption and scaling of SBMs.

Despite growing interest in SBMs and green transition strategies, the academic literature remains fragmented, with limited integration of different approaches under a unified analytical framework. Many studies address circular economy, corporate sustainability, or innovation separately, without clearly linking them to broader green economy goals. Moreover, there is insufficient analysis of how policy instruments and financial mechanisms influence the adoption of SBMs across sectors and regions.

To address these gaps, this review aims to synthesize existing knowledge, identify patterns and trends, and propose a research agenda for future investigation. Specifically, the paper seeks to answer the following questions:

- How do sustainable business models contribute to the transition toward a green economy?
- What are the main enablers and barriers in implementing SBMs?
- What role do policies and incentives play in shaping the success of green business strategies?

Based on these questions, the research is guided by three hypotheses:
H1: The adoption of sustainable business models positively influences the transition to a green economy;
H2: Circular economy strategies improve business resilience and long-term sustainability;
H3: Policy frameworks and financial incentives play a crucial role in accelerating the adoption of sustainable business models.
To explore these issues, the study employs a literature review methodology, drawing from peer-reviewed academic sources, international policy reports, and real-world case studies. A thematic analysis is used to categorize sustainable business models, highlight emerging trends, and identify critical gaps in the existing research. The findings are expected to offer strategic insights for both academic inquiry and practical decision-making in the realm of sustainable development.

2. RESEARCH METHODOLOGY

This study adopts a qualitative literature review approach (Lüdeke-Freund et al., 2018) to examine the role of sustainable business models (SBMs) in advancing the green economy. The methodology is designed to identify, categorize, and synthesize key findings from existing academic and policy-related literature, offering a structured understanding of current trends, theoretical perspectives, implementation challenges, and policy implications.

2.1 Selection of Sources

The literature was selected from reputable academic databases such as Scopus, Web of Science, and Google Scholar (Mondal, Singh & Gupta, 2022), ensuring the inclusion of high-quality, peer-reviewed journal articles. To enhance the practical relevance of the analysis, the review also incorporates policy reports,

industry white papers, and case studies published by international organizations (e.g., UNEP, OECD, World Economic Forum) and sustainability-focused think tanks.
The criteria for inclusion were:

- Relevance to green economy, sustainable business models, or circular economy strategies;
- Empirical or theoretical contributions to understanding sustainability transitions;
- Publications from the past 10–15 years, with emphasis on recent developments post-2015 (after the adoption of the UN SDGs).

2.2 Analytical Framework

The analysis followed a thematic synthesis process. After initial screening, selected literature was coded and categorized under three main themes aligned with the objectives of the paper:

- Circular economy principles and related business innovations;
- Corporate sustainability strategies, including integration of environmental, social, and governance (ESG) factors;
- Eco-innovation as a driver of sustainable transformation.

Within each theme, the review highlights key conceptual models, success factors, practical applications, and barriers to implementation. Special attention was paid to the interlinkages between business models and policy environments, as well as to the role of financial and digital enablers.

2.3 Identification of Research Gaps

By comparing the findings across sources, the study identifies gaps in the current literature, such as:

- Limited integration of SBM types under a holistic green economy framework;
- Lack of empirical analysis on the impact of specific policies or incentives on SBM adoption;
- Insufficient cross-sectoral and regional case studies that demonstrate scalability and replicability of sustainable models.

These insights guide the conclusions and support the formulation of future research directions.

3. THEORETICAL BACKGROUND: GREEN ECONOMY AND SUSTAINABLE BUSINESS MODELS

3.1 Defining the Green Economy

The green economy represents an alternative to conventional economic models by prioritizing environmental health, social equity, and long-term economic resilience. According to the United Nations Environment Programme (UNEP), a green economy is "low-carbon, resource-efficient, and socially inclusive." Its core principles include reducing greenhouse gas emissions, minimizing waste, conserving biodiversity, and ensuring that economic growth leads to improved well-being.

This paradigm goes beyond addressing environmental challenges; it redefines the purpose and structure of economic systems, aiming to harmonize human development with planetary boundaries. The green economy fosters systemic innovation by encouraging the decoupling of economic growth from environmental degradation—thus aiming to create prosperity without increasing resource use or emissions.

This approach to economic development has gained momentum globally, particularly after the adoption of the 2030 Agenda for Sustainable Development (Kemp & Never, 2017), which positions the green economy as a key enabler of multiple Sustainable Development Goals (SDGs). These include SDG 8 (decent work and economic growth), SDG 9 (industry, innovation and infrastructure), SDG 12 (responsible consumption and production), and SDG 13 (climate action).

Governments, businesses, and international institutions are increasingly incorporating green economy principles into strategic planning, investment frameworks, and regulatory policies (Mondal, Singh & Gupta, 2022). The European Green Deal, for example, outlines a roadmap for making the EU's economy sustainable by transforming climate and energy policies, fostering innovation, and supporting a just transition. Similarly, the Paris Agreement has mobilized public and private actors toward decarbonization pathways, urging countries to integrate green targets into national economic agendas.

From an economic perspective, the green economy is not only a normative vision but also a strategic response to pressing global risks. Climate change, biodiversity loss, and environmental degradation are generating escalating costs for governments and industries alike. In contrast, green investments—in sectors such as renewable energy, sustainable mobility, and resource-efficient

manufacturing—offer long-term savings, job creation, and innovation spillovers.

In this context, the green economy is increasingly recognized as a source of resilience, enabling societies to withstand shocks such as pandemics, supply chain disruptions, and extreme weather events. It also represents an opportunity for inclusive development, by promoting job-rich growth, gender equality, and social inclusion—especially when targeted at vulnerable populations and low-income regions.

The transition to a green economy requires systemic coordination across multiple domains, including:

- Public policy (regulations, subsidies, taxation, procurement);
- Private sector strategy (sustainable business models, ESG integration, innovation);
- Civil society engagement (awareness, behavioral change, local initiatives).

Ultimately, the green economy serves as both a guiding vision and an implementation framework for aligning economic activity with long-term sustainability objectives. It calls for a shift in values—from profit maximization to stakeholder value—and in practices—from resource extraction to circularity and regeneration.

3.2 Conceptualizing Sustainable Business Models (SBMs)

Sustainable business models (SBMs) represent a strategic and operational reconfiguration of how businesses create, deliver, and capture value, by explicitly incorporating environmental and social considerations into their core logic. Unlike traditional business models, which prioritize short-term profit maximization, SBMs adopt a triple bottom line approach, generating integrated value across three dimensions: economic, environmental, and social.

Key Characteristics and Strategic Orientation

At their core, SBMs are defined by several interrelated characteristics:

- Integration of sustainability into core strategy and operations, not as an add-on or CSR initiative, but as a foundational element of the value proposition;
- Long-term value creation for a wide range of stakeholders, including customers, employees, communities, investors, and the environment;

- Innovation through systemic thinking, which often involves redesigning products, services, or entire value chains to align with sustainability principles.

Innovative mechanisms that typify SBMs include:

- Product-Service Systems (PSS) – shifting from product ownership to service-based access, thus extending product lifecycles and optimizing usage (e.g., Xerox offering printing-as-a-service);
- Sharing Economy Models – maximizing asset utilization by facilitating peer-to-peer access (e.g., Airbnb, BlaBlaCar);
- Resource Looping – ensuring materials remain in productive use through reuse, remanufacturing, or recycling;
- Eco-design and Modularity – embedding environmental considerations into product development to enable disassembly, upgrading, and reduced environmental impact.

SBM Typologies in Academic Literature

One widely cited framework is that of sustainable business model archetypes, which include:

- Maximizing material and energy efficiency (e.g., lean production systems);
- Creating value from waste (e.g., reverse logistics, closed-loop recycling);
- Substituting with renewables and natural processes (e.g., solar-powered supply chains);
- Delivering functionality rather than ownership (e.g., leasing models);
- Encouraging sufficiency (e.g., slow fashion, minimalist design);
- Repurposing business for society/environment (e.g., B Corporations);
- Developing scale-up solutions for Base of the Pyramid markets (e.g., microfinance, clean cookstoves).

These archetypes provide both a descriptive lens (to analyze existing models) and a prescriptive toolkit (for designing new SBMs tailored to specific sustainability goals).

Applications Across Sectors and Business Types

While SBMs were initially associated with social enterprises and sustainability-focused startups, they are now increasingly relevant for large corporations, especially those facing pressures from regulators, investors, and conscious consumers. Multinational companies like Unilever, IKEA, and Patagonia have

embedded SBMs in their growth strategies, adopting eco-innovation, sustainable sourcing, and circular practices as competitive advantages.
Furthermore, sector-specific adaptations are emerging. For example:

- In the energy sector, companies are adopting decentralized renewable energy models (e.g., solar-as-a-service);
- In agriculture, SBMs promote regenerative farming, vertical integration, and fair-trade certification;
- In construction, green buildings and modular design reduce lifecycle environmental impacts.

Business Model Innovation for Sustainability
SBMs are not static templates, but rather evolving frameworks, shaped by continuous learning, stakeholder engagement, and iterative design. This has led to the emergence of sustainability-oriented business model innovation (SBMI)—a dynamic capability enabling firms to adapt, experiment, and transform in response to socio-environmental challenges (Evans et al., 2017; Lüdeke-Freund et al., 2018).
Digital technologies play a growing role in supporting SBMI, allowing firms to gather data, optimize resource flows, and scale sustainable offerings. This convergence between digitalization and sustainability is giving rise to "digital SBMs", such as platform-based solutions for circular logistics or AI-driven resource planning.

3.3 The Role of Policy, Regulation, and International Frameworks

The success of sustainable business models (SBMs) is highly dependent on the regulatory and institutional environments in which businesses operate. Public policies, international agreements, and voluntary standards create the conditions that can either foster or hinder the implementation and scaling of SBMs. These frameworks not only define boundaries but also offer guidance and incentives that stimulate sustainable innovation and investment (Kanda et al., 2020).
Governments play a central role in shaping sustainable economic transitions by deploying regulatory tools that align private sector behavior with public environmental goals. These include:

- Carbon pricing mechanisms, which place a monetary value on greenhouse gas emissions, incentivizing firms to adopt low-emission technologies;

- Extended Producer Responsibility (EPR), which mandates companies to assume responsibility for the entire lifecycle of their products, encouraging eco-design and circularity;
- Green Public Procurement (GPP), through which governments prioritize the purchase of environmentally responsible products and services, thus creating market pull for sustainable innovations.

Such policy measures directly influence the cost-benefit calculus of businesses, making sustainability-oriented business models more viable and attractive.
In addition to top-down regulation, voluntary standards and industry certifications play a complementary role by encouraging companies to move beyond compliance. Certifications such as ISO 14001, B Corp, or Science-Based Targets are increasingly seen as strategic tools for:

- Demonstrating commitment to sustainability,
- Enhancing transparency and accountability,
- Building trust among stakeholders.

By adopting these standards, companies can better align with the growing expectations of consumers, investors, and regulatory bodies, while reinforcing internal sustainability governance.
At the international level, several frameworks establish broad objectives and collective commitments that influence national policy and corporate strategies. Notable among these are:

- The European Green Deal, which sets the goal of EU climate neutrality by 2050 and integrates the circular economy into industrial, digital, and environmental policy;
- The Paris Agreement, which encourages private sector engagement in reducing emissions through nationally determined contributions and climate disclosures;
- The UN Global Compact, which offers principles for responsible business aligned with sustainability and human rights.

These frameworks provide structure and long-term vision, which are essential for businesses making strategic decisions with environmental and social implications (de Jesus & Mendonça, 2018). They also help harmonize sustainability efforts across borders and sectors.
Strategic Alignment between Policy and Business
In this dynamic regulatory landscape, firms that integrate policy developments into their business models gain strategic advantages. These include:

- Anticipating and managing regulatory risks,
- Accessing public incentives and sustainability-linked finance,
- Strengthening brand value and stakeholder engagement.

The integration of policy and business strategy is not only a compliance matter but a source of competitive differentiation and innovation. As sustainability transitions require systemic change, policies must increasingly work in tandem with market-driven initiatives to scale sustainable business models effectively (Kanda et al., 2020).

4. CIRCULAR ECONOMY AND BUSINESS INNOVATION

4.1 Circular Economy Principles

The circular economy (CE) is a paradigm-shifting approach to production and consumption that fundamentally rethinks how value is created and preserved within economic systems. In contrast to the traditional linear model of "take, make, dispose", which is based on one-way material flows and often results in waste and environmental degradation, the circular economy is designed to be regenerative by intention and design (Nußholz, 2017).

At its core, the circular economy aims to maintain the utility of products, components, and materials for as long as possible, thereby reducing pressure on natural resources, limiting emissions, and promoting economic efficiency. It does so by embedding resource efficiency, waste prevention, and closed-loop systems into every stage of the value chain.

Key Principles of the Circular Economy

The circular economy model is underpinned by a set of interrelated principles that guide both strategic planning and operational practices:

- Design for durability, reuse, and recycling

Products are intentionally designed to have longer lifespans, be easily repaired or upgraded, and to allow materials to be recovered at the end of their use. This reduces dependency on virgin resources and minimizes waste generation.

- Lifecycle thinking

Decisions are made based on the entire lifecycle of a product—from raw material extraction, through manufacturing and use, to end-of-life management. Lifecycle assessment (LCA) tools support businesses in identifying environmental hotspots and optimizing sustainability performance across the value chain.

- Business model decoupling

A fundamental shift occurs when economic growth is no longer directly tied to increased resource consumption. In this context, companies transition from selling products to offering services and performance outcomes (e.g., pay-per-use, leasing models), thus reducing material throughput while maintaining or enhancing value creation.

- Industrial symbiosis

Sectors and firms collaborate to utilize each other's by-products, energy, water, or materials. This cross-sector collaboration mimics natural ecosystems, in which waste from one organism becomes a resource for another—thereby closing material loops and enhancing system resilience.

Environmental and Economic Benefits

By implementing these principles, companies can significantly reduce their environmental footprint, especially in terms of greenhouse gas emissions, water usage, and landfill waste. At the same time, they can unlock new sources of economic value by:

- Reducing input costs through resource efficiency;
- Differentiating themselves through sustainability-driven innovation;
- Accessing new markets and business opportunities (e.g., secondary materials, repair services, reuse platforms).

Moreover, circular models foster resilience by insulating firms from volatile resource prices, supply chain disruptions, and increasingly strict environmental regulations.

A Foundation for Sustainable Business Models

The circular economy provides not only a set of practices but also a strategic framework for developing sustainable business models (SBMs). It aligns seamlessly with the goals of the green economy by supporting decarbonization, promoting inclusive growth, and enabling the regeneration of natural systems. As such, the adoption of circular economy principles is often considered a core pathway for companies aiming to implement sustainability transitions and build long-term competitiveness in a resource-constrained world.

4.2 Types of Circular Business Models

Circular economy implementation has led to the emergence of several innovative and viable business model types, including:

- Product-as-a-Service (PaaS): Businesses retain ownership of products and offer them through subscription or leasing models. This

incentivizes durability and maintenance (e.g., Philips Lighting's "pay-per-lux" model);

- Sharing and Access Economy: Platforms that enable shared access to underutilized assets, such as vehicles or accommodation (e.g., Airbnb, Zipcar), reduce the demand for new products and resources;
- Remanufacturing (Bocken, Short, Rana & Evans, 2014) and Refurbishing: Products are restored to like-new condition, extending their lifecycle and reducing the need for virgin materials (e.g., Caterpillar's remanufactured engines);
- Material Recovery and Recycling Loops: Models that prioritize the collection and transformation of used products into raw materials for new production, often supported by reverse logistics systems;
- Design for Disassembly and Modularity: Products are built in a way that allows for easy repair, upgrading, or separation of materials (e.g., Fairphone's modular smartphones).

Each of these models reflects a shift in value creation logic—from selling volume to delivering outcomes and services—supporting long-term sustainability.

4.3 Case Studies of Circular Innovation

Numerous companies across a range of industries have embraced circular economy principles as a means to simultaneously reduce environmental impact and create new forms of business value. These organizations serve as practical exemplars of how circular strategies can be implemented at scale, yielding measurable benefits in terms of sustainability, customer engagement, and operational efficiency (Mondal, Singh & Gupta, 2022).

IKEA, a global leader in home furnishings, has actively pursued circular strategies through a combination of product, service, and material innovations. The company has launched furniture take-back and resale programs, allowing customers to return used items for refurbishment and resale in secondary markets. Additionally, IKEA has piloted leasing models, particularly in European markets, shifting from a traditional product ownership model to a service-based approach. The firm also aims to use 100% renewable or recycled materials in its products by 2030, aligning its supply chain with circular economy goals.

These initiatives reflect IKEA's broader commitment to becoming a "climate-positive" business and illustrate how circular strategies can be embedded at

multiple levels of the value chain—from design and sourcing to customer engagement and product end-of-life.

Patagonia – Consumer Engagement Through Repair and Reuse
Outdoor apparel company Patagonia is widely recognized for its pioneering role in circular business practices, particularly through its “Worn Wear” initiative. This program encourages consumers to repair, resell, or trade in their used garments rather than discarding them. Patagonia provides repair services, sells used gear online, and educates customers about the environmental benefits of extending product lifecycles.
This model has not only reduced the company’s environmental footprint, but also strengthened its brand identity and customer loyalty, positioning Patagonia as a trusted and responsible brand in the sustainability space. It demonstrates how circularity can enhance customer relationships and shift consumption patterns toward more responsible behaviors.
Interface, a global manufacturer of modular carpet tiles, has implemented one of the most comprehensive circular economy strategies in the building materials sector. The company’s “ReEntry” program facilitates the take-back and recycling of old carpet tiles, which are then disassembled and reused to produce new flooring materials. Interface has also redesigned its products to be modular and replaceable, allowing users to change individual tiles without replacing entire floors—thereby reducing waste and lowering lifecycle costs.
By closing the material loop and integrating circular design into product development, Interface has significantly reduced its reliance on virgin raw materials and cut its greenhouse gas emissions. Moreover, the company's initiatives have positioned it as a market leader in sustainable flooring, with strong appeal to environmentally conscious commercial clients.
These examples underscore a shared set of insights:

- Circular innovation can be both environmentally beneficial and economically viable;
- Success often requires a multi-dimensional approach, involving product redesign, supply chain adaptation, service innovation, and consumer engagement;
- Companies that align circular strategies with their core brand values and market positioning can unlock competitive advantages while contributing to global sustainability goals.

In essence, circular business models go beyond compliance—they represent strategic assets in navigating the evolving demands of a green economy. Such

models offer pathways not only for reducing ecological impact but also for unlocking resilience and value creation in a resource-constrained world (Mondal, Singh & Gupta, 2022).

4.4 Enablers of Circular Innovation

The widespread implementation of circular economy (CE) models is contingent on the presence of enabling factors that facilitate both adoption and scalability. These enablers operate at multiple levels—technological, regulatory, behavioral, and systemic—creating an ecosystem in which circular practices can evolve and thrive (de Jesus & Mendonça, 2018).

Digital Technologies and Data-Driven Optimization

One of the most significant catalysts for circular innovation is the integration of digital technologies, which enhance transparency, traceability, and operational efficiency. Tools such as:

- Internet of Things (IoT) allow real-time monitoring of product usage, material wear, and environmental conditions;
- Blockchain enables secure tracking of materials across supply chains, ensuring provenance and supporting reverse logistics;
- Artificial Intelligence (AI) facilitates predictive maintenance, demand forecasting, and waste reduction through optimized design and production planning.

These technologies enable firms to manage complex resource flows and implement data-driven circular systems, creating feedback loops essential for closed-loop production.

Regulatory Incentives and Policy Support

Supportive policy environments play a vital role in accelerating CE adoption. Regulatory mechanisms such as:

- Extended Producer Responsibility (EPR) policies,
- Tax incentives for resource efficiency,
- Subsidies for eco-innovation, create both pressure and opportunity for businesses to redesign their products and processes.

Such incentives lower the perceived financial and operational risks associated with circular transition, particularly for small and medium-sized enterprises (SMEs), and align market behavior with broader sustainability goals.

Changing consumer attitudes also act as a powerful enabler. Today’s consumers are increasingly informed about environmental issues and are seeking

sustainable, ethical, and durable products. This growing awareness drives demand for:

- Reusable and repairable goods;
- Access-based models (e.g., leasing or sharing platforms);
- Transparent supply chains and environmental certifications.

As a result, businesses that respond to these expectations with circular offerings can gain a competitive edge, build stronger customer loyalty, and expand into green market niches.

Cross-Sector Collaboration and Supply Chain Integration

Circularity requires collaboration across value chains and industries. Cross-sector partnerships are essential for:

- Sharing resources and infrastructure;
- Developing joint collection or recycling systems;
- Aligning standards and operational protocols.

For example, industrial symbiosis—where waste from one company becomes input for another—depends on open communication, logistical coordination, and mutual trust. In many cases, innovation emerges from such inter-organizational cooperation, rather than from isolated corporate initiatives.

Despite these enabling conditions, several persistent barriers continue to impede the widespread adoption of circular models:

High upfront investment costs, particularly for redesigning products, retooling manufacturing systems, or developing reverse logistics;

Organizational inertia and resistance to change, especially in large firms with established linear operations;

Regulatory fragmentation or ambiguity, which can create uncertainty and disincentivize long-term sustainability planning.

5. CHALLENGES AND BARRIERS IN THE ADOPTION OF SUSTAINABLE BUSINESS MODELS

Despite the growing recognition of sustainable business models (SBMs) as essential tools for achieving the green economy, their widespread adoption remains constrained by multiple interrelated challenges. These barriers span economic, regulatory, organizational, and behavioral domains, often requiring systemic change and long-term commitment to overcome.

5.1 Economic and Financial Barriers

One of the most significant obstacles to the adoption of sustainable business models (SBMs) is the high upfront investment often required to transition away from conventional linear systems. Circular and eco-innovative practices frequently demand substantial financial commitments related to product redesign, process reengineering, and the integration of new technologies or logistical structures. These costs are especially prohibitive for small and medium-sized enterprises (SMEs), which often lack the internal capital or financial flexibility to undertake such transformative shifts (Kiefer, Carrillo-Hermosilla & del Río González, 2023).

In addition to high capital expenditure, the return on investment (ROI) for sustainability-focused projects tends to be uncertain or delayed. This financial ambiguity discourages many businesses from pursuing long-term sustainability goals, particularly in sectors driven by short-term performance metrics. The risk that such initiatives may not generate immediate revenue gains contributes to organizational hesitation and reinforces traditional, resource-intensive business practices.

Access to appropriate financing mechanisms further complicates the transition. While sustainability-linked financial products—such as green bonds or impact investment instruments—are becoming more prevalent, many companies, especially SMEs, struggle to meet eligibility criteria or to comply with complex reporting requirements. Traditional financial institutions may also perceive circular initiatives as risky or unconventional, thereby limiting the availability of credit or funding.

Moreover, the transition itself imposes hidden costs. Operational shifts—such as moving from product-based to service-based models, or from linear to closed-loop supply chains—can be both complex and expensive. These transitions often require new partnerships, process overhauls, and staff retraining, all of which place additional strain on a company’s resources.

In many cases, these financial and structural barriers are compounded by broader economic uncertainty and market volatility. Businesses operating in competitive environments may be reluctant to divert resources toward sustainability unless clear regulatory incentives or competitive advantages are evident. This short-termism can delay or entirely block meaningful innovation, despite the long-term benefits offered by sustainable models.

Table 1. Key Challenges and Barriers in the Adoption of Sustainable Business Models

Economic & Financial	High upfront investment, uncertain ROI, limited access to green finance
Regulatory & Policy	Inconsistent regulations, lack of incentives, poor policy integration
Organizational & Behavioral	Resistance to change, skill gaps, misaligned incentives, weak leadership
Systemic & Cultural	Value chain complexity, stakeholder misalignment, short-term focus

5.2 Regulatory and Policy Challenges

Regulatory environments are frequently fragmented and inconsistent, both across countries and sectors. A lack of clear standards or incentives can discourage businesses from adopting SBMs. For example:

- In some regions, waste management regulations do not support circular initiatives like remanufacturing;
- Short-term policy cycles may fail to align with the long-term nature of sustainability investments;
- There is often a lack of integration between environmental, industrial, and fiscal policies, leading to confusion or conflicting signals for businesses.

Furthermore, where supportive policies exist, they may not be adequately implemented or enforced, reducing their impact.

5.3 Organizational and Behavioral Obstacles

Internally, many companies face resistance to change, particularly from middle management or operational teams unfamiliar with sustainability principles. This resistance is often fueled by:

- Knowledge and skill gaps, especially in understanding how to implement circular or sustainable practices in day-to-day operations;
- Misaligned incentive structures, which reward short-term financial performance over long-term environmental or social outcomes;
- Lack of leadership commitment or strategic vision at the executive level.

From a market perspective, consumer behavior can also pose a challenge. Although awareness of sustainability is rising, many consumers are still driven

by price and convenience, making it difficult for businesses to justify higher costs associated with sustainable offerings.

5.4 Systemic and Cultural Barriers

The successful adoption of sustainable business models (SBMs) is not only a matter of strategic planning or technological readiness; it also depends on broader systemic alignment and cultural openness to change. In many cases, these deeper-level factors represent some of the most persistent and difficult-to-overcome barriers.

SBMs often require cross-functional and inter-organizational coordination, involving actors from across the entire value chain—suppliers, manufacturers, distributors, customers, regulators, and civil society organizations. Achieving such alignment demands shared goals, mutual trust, and synchronized incentives, which can be difficult to establish, especially in sectors characterized by fragmented governance structures or intense competition. The complexity of managing multiple stakeholders with differing priorities often discourages companies from undertaking systemic transformation, even when sustainability goals are acknowledged.

Moreover, existing market systems are often not configured to support circular or sustainable models. Linear supply chains, fossil-fuel subsidies, and standardized procurement practices can reinforce traditional models and act as structural disincentives to innovation. Businesses seeking to operate sustainably may find themselves penalized in price-driven markets or locked out of opportunities due to incompatible infrastructure or outdated regulatory frameworks.

On a cultural level, internal organizational values and industry norms play a critical role. In some firms, particularly those with a strong tradition of innovation or long-term strategic vision, sustainability is embraced as a source of differentiation and future competitiveness. In others, especially those with a rigid focus on quarterly performance metrics or shareholder returns, sustainability initiatives may be perceived as secondary concerns or cost centers. This risk-averse mindset inhibits experimentation, slows down decision-making, and limits organizational learning.

Additionally, cultural resistance may emerge from within the workforce, particularly when sustainability goals require new skills, workflows, or technologies. Without strong leadership and inclusive change management, transitions to SBMs can be met with skepticism or passive resistance at multiple levels of the organization.

At a societal level, norms and consumption behaviors can also serve as barriers. In contexts where consumer culture is oriented toward convenience, disposability, or status-driven consumption, circular models based on reuse, sharing, or minimalism may face limited acceptance, regardless of their environmental or economic benefits.

Systemic and cultural barriers are often deeply embedded and interdependent. Overcoming them requires not only individual corporate action but also broader institutional support, cultural change, and ecosystem-wide collaboration. These transformations are slow and complex but essential for enabling the full potential of sustainable business models in the green economy.

6. FUTURE PERSPECTIVES AND POLICY IMPLICATIONS

The successful transition to a green economy depends not only on the innovation of sustainable business models (SBMs) but also on the presence of enabling conditions that allow these models to scale and evolve (Lüdeke-Freund et al., 2018). As sustainability becomes increasingly embedded into global economic priorities, the future of SBMs will be shaped by a convergence of regulatory, financial, and technological drivers.

6.1 Scaling Sustainable Business Models

To maximize their impact, sustainable business models (SBMs) must extend beyond niche applications and experimental initiatives, becoming integrated into the core strategies of businesses across industries. While early adopters have demonstrated the feasibility and potential of SBMs, achieving systemic transformation requires the capacity to scale these models in a way that is both replicable and adaptable to diverse market realities.

A key requirement for successful scaling is the development of cross-sector partnerships. Collaboration among businesses, governments, academic institutions, and non-governmental organizations fosters innovation through shared expertise, pooled resources, and coordinated action. These partnerships are instrumental in addressing systemic challenges that span entire value chains or sectors, such as resource recovery, circular logistics, and green infrastructure.

Another important factor is supply chain integration. For SBMs to be effective at scale, sustainability principles must be embedded throughout the entire production and distribution network. This includes upstream activities such as sustainable procurement and supplier engagement, as well as downstream

practices like product take-back schemes, reuse, and recycling. A holistic approach to supply chain management ensures that circularity and sustainability are not isolated to individual operations, but rather supported across the business ecosystem.

Equally essential are performance metrics and sustainability reporting frameworks, which allow organizations to monitor their progress, communicate value to stakeholders, and improve decision-making. By establishing clear indicators for environmental, social, and economic impact, businesses can build transparency and accountability into their operations, enhancing credibility with investors, regulators, and consumers.

Mainstreaming SBMs also involves adapting them to diverse regional and sectoral contexts. Scaling efforts must take into account variations in economic structures, cultural norms, technological readiness, and regulatory environments (Evans et al., 2017). A business model that succeeds in one region may require significant modification to be viable in another, especially when infrastructure, consumer behavior, or institutional capacity differ substantially.

Context-sensitive strategies are therefore necessary to ensure that scaling is both effective and inclusive. This may involve tailoring product-service systems to local preferences, aligning with national sustainability goals, or collaborating with regional stakeholders to overcome logistical and regulatory barriers.

Scaling SBMs is not simply a matter of expansion—it requires strategic alignment, structural readiness, and adaptive capacity. By embedding sustainability across operations, engaging in cross-sector collaboration, and responding to local contexts, businesses can drive the widespread adoption of SBMs and contribute to the global transition toward a more circular and resilient economy.

6.2 Policy and Regulatory Support

Governments and international institutions play a pivotal role in creating a policy environment conducive to sustainable business. Key policy levers include:

- Financial incentives, such as green bonds, tax credits, and grants for eco-innovation;
- Regulatory frameworks that mandate or encourage sustainable practices, including extended producer responsibility (EPR), emissions caps, and circular economy mandates;

- Public procurement policies that favor sustainable products and services, thus setting market signals and demand standards.

Moreover, harmonization of policies across borders can support multinational businesses in implementing SBMs consistently and effectively. Policymakers must also address the needs of SMEs, which often lack the resources to invest in sustainability, through tailored support programs.

6.3 The Role of Digital Transformation and Technology

Digital transformation is increasingly viewed as a significant enabler in the transition toward sustainable business models (SBMs). Technologies such as the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), blockchain, and big data analytics hold the potential to support sustainability objectives by improving resource management, transparency, and circularity across value chains.

IoT systems, for instance, may be used to monitor energy and material flows in real time, providing data that supports operational adjustments and preventive maintenance. These insights could contribute to reducing inefficiencies, extending the lifespan of assets, and informing more accurate resource planning.

Blockchain technology offers a decentralized and secure system for tracking the provenance of products and raw materials. In the context of SBMs, it may be applied to document sustainable sourcing practices, strengthen accountability, and increase transparency regarding the environmental and social impacts of supply chains.

Artificial intelligence is being explored for various sustainability-related applications. These include demand forecasting, logistics optimization, and circular product design. For example, AI models might help reduce waste by analyzing usage patterns or by identifying the most resource-efficient design alternatives through simulation.

The integration of these technologies into SBMs has the potential to contribute to enhanced system-level visibility and responsiveness. In uncertain or volatile environments, digital tools could support business resilience by enabling faster adaptation, scenario analysis, and supply chain flexibility.

Digitalization may also open opportunities for new value creation models, such as platform-based access services, pay-per-use systems, or digitally enabled product take-back and refurbishment networks. These models are aligned with circular economy principles and may offer alternative paths to growth while minimizing material throughput.

However, the benefits of digital tools are not automatic. Effective implementation requires investment in infrastructure, digital literacy, and robust data governance. Moreover, there is a need to ensure that digital transformation aligns with sustainability goals in a meaningful way, avoiding rebound effects or increased environmental burdens from energy use or hardware waste.

6.4 Recommendations for stakeholders

To advance the sustainable business agenda, the following recommendations are proposed:

- For businesses: Integrate sustainability into core strategy, invest in innovation, and engage with stakeholders across the value chain;
- For policymakers: Develop coherent, long-term policy frameworks and ensure access to financing and technical assistance;
- For researchers: Explore interdisciplinary approaches, conduct longitudinal studies on SBM impacts, and evaluate policy effectiveness in different contexts.

7. CONCLUSIONS

The transition to a green economy, as explored through the lens of sustainable business models (SBMs), reveals a series of insights that challenge conventional assumptions about value creation, competitiveness, and the role of business in society. This literature review highlights that sustainability is no longer a strategic differentiator, but a baseline condition for business survival. In a world marked by escalating ecological, economic, and social disruptions, companies that fail to integrate sustainability into their core operations risk becoming obsolete. The transition is not merely desirable—it is essential.

Digital transformation emerges as an often-overlooked catalyst in enabling sustainable models. Technologies such as artificial intelligence, blockchain, and the Internet of Things are not only tools for operational efficiency but fundamental enablers of new business logics. Without these technologies, models based on circularity, performance-based services, or traceable supply chains would remain conceptually interesting but practically unscalable. The convergence of digitalization and sustainability constitutes a critical axis around which future business models will evolve.

Furthermore, the circular economy reframes how economic value is understood. Traditional business models equate growth with sales volume and

throughput. In contrast, circular models create value by minimizing resource use, extending product lifecycles, and offering services rather than ownership. This shift not only contributes to environmental goals but also allows businesses to build more resilient, cost-efficient, and innovative systems over the long term.

The success of SBMs depends not solely on firm-level strategy but also on the broader ecosystems in which businesses operate. Cross-sectoral collaboration, regulatory alignment, and supply chain integration are necessary conditions for scaling sustainable innovation. Isolated efforts, no matter how well intentioned, are unlikely to produce systemic change without coordinated action and shared vision across actors and institutions.

A critical yet underappreciated factor in the adoption of SBMs is cultural alignment. Organizational culture, consumer norms, and societal values significantly influence the feasibility of sustainable transitions. Even well-designed models may fail if they are incompatible with prevailing mindsets or behaviors within firms and markets. This highlights the need for cultural transformation alongside technological and policy innovation.

At a deeper level, SBMs may also represent an opportunity to restore trust in the role of business in society. By aligning profit with purpose and embedding ethical and environmental considerations into strategic core processes, businesses can move beyond superficial corporate social responsibility and engage in authentic value creation. In doing so, they may contribute to a re-legitimation of capitalism in an era of mounting social and ecological crises.

The role of policy, often perceived as a constraint, is shown to be a powerful driver of innovation when designed and implemented effectively. Regulatory frameworks that incorporate financial incentives, accountability mechanisms, and clear sustainability standards can de-risk innovation and guide firms toward more responsible trajectories. In particular, small and medium-sized enterprises (SMEs) benefit from coherent policy support that addresses resource limitations and access to financing.

Finally, implementing SBMs requires not just strategic planning but transformative leadership. Leaders must be capable of envisioning long-term change, aligning diverse stakeholders, and fostering an organizational culture open to experimentation and learning. In many cases, sustainability transitions are constrained not by the absence of ideas or resources, but by a lack of leadership committed to systemic change.

Taken together, these conclusions underscore the complexity and multidimensionality of sustainable business transformation. They also reaffirm that the green economy is not a distant ideal but an active construction—one

shaped by choices, commitments, and collective action across sectors, disciplines, and societies.

REFERENCES

1. Abu Sufian, M., & Yahya, S. (2024). *Circular economy and digital innovation practices for sustainability: A bibliometric analysis*. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 14(11), 315–333. https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v14-i11/23482
2. Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S., 2014. *A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes*. Journal of Cleaner Production, 65, 42–56. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039
3. Bohnsack, R., Pinkse, J., & Kolk, A. (2014). Business models for sustainable technologies: Exploring business model evolution in the case of electric vehicles. *Research Policy, 43*(2), 284–300. https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.014
4. de Jesus, A., & Mendonça, S., 2018. *Lost in transition? Drivers and barriers in the eco-innovation road to the circular economy*. Ecological Economics, 145, 75–89. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.001
5. Evans, S., Vladimirova, D., Holgado, M., Van Fossen, K., Yang, M., Silva, E. A., & Barlow, C. Y., 2017. *Business model innovation for sustainability: Towards a unified perspective for creation of sustainable business models*. Business Strategy and the Environment, 26(5), 597–608. https://doi.org/10.1002/bse.1939
6. Kanda, W., Kuisma, M., Kivimaa, P., & Hjelm, O. (2020). Conceptualising the systemic activities of intermediaries in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 36, 362–374. https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.01.002
7. Kemp, R., & Never, B., 2017. *Green transition, industrial policy, and economic development*. Oxford Review of Economic Policy, 33(1), 66–84. https://doi.org/10.1093/oxrep/grw037
8. Kiefer, C. P., Carrillo-Hermosilla, J., & del Río González, P. (2019). Drivers and barriers of eco-innovation types for sustainable transitions: A quantitative perspective. *Business Strategy and the Environment*, 28(1), 155–172. https://doi.org/10.1002/bse.2246

9. Lüdeke-Freund, F., Carroux, S., Joyce, A., Massa, L., & Breuer, H. (2018). The sustainable business model pattern taxonomy—45 patterns to support sustainability-oriented business model innovation. *Sustainable Production and Consumption*, 15, 145–162. https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.06.004
10. Manninen, K., Koskela, S., Antikainen, R., Bocken, N., & Dahlbo, H. (2018). Do circular economy business models capture intended environmental value propositions? *Journal of Cleaner Production*, 171, 413–422. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.003
11. Mondal, S., Singh, S., & Gupta, H. (2022). A meta-analysis of green and sustainable business models: A comprehensive approach. *Journal of Cleaner Production, 371*, 133623. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133623
12. Nußholz, J. L. K., 2017. *Circular business models: Defining a concept and framing an emerging research field*. Sustainability, 9(10), 1810. https://doi.org/10.3390/su9101810
13. Pies, I., & Schultz, F. C. (2023). The governance of sustainable business model innovation—An Ordonomic Approach. *Scandinavian Journal of Management*, 39(1), 101246. https://doi.org/10.1016/j.scaman.2022.101246
14. Raven, R.P.J.M., Mourik, R.M., Feenstra, C.F.J., & Heiskanen, E. (2009). Modulating societal acceptance in new energy projects: Towards a toolkit methodology for project managers. *Energy*, 34(5), 564–574. https://doi.org/10.1016/j.energy.2008.08.012
15. Shan, X., Gustafsson, M., & Anderberg, S. (2024). *Policy risks in the biogas sector – the case of Sweden*. Biofuels. https://www.researchgate.net/publication/385079074_Policy_risks_in_the_biogas_sector_-_the_case_of_Sweden

STAVOVI I MIŠLJENJA STUDENATA ZDRAVSTVENIH STUDIJA VISOKE ŠKOLE „CEPS“ O UTICAJU OKOLIŠA NA JAVNO ZDRAVLJE

ATTITUDES AND OPINIONS OF STUDENTS OF HEALTH STUDIES AUNIVERSITY COLLEGE „CEPS“ ON THE INFLUENCE OF THE ENVIRONMENT ON PUBLIC HEALTH

Stručni rad / Professional paper

Pred. VŠ Stjepan Stanić*

Emina Murtić - Smolo, studentica*

Sažetak

Okoliš ima značajan utjecaj na ljudsko zdravlje, kako pozitivne tako i negativne učinke. Zagađenje zraka, vode i tla glavni su faktori koji negativno utječu na zdravlje. Zagađivači poput dušikovog oksida, sumpornog dioksida, mogu uzrokovati respiratorne bolesti, kardiovaskularne probleme, pa čak i karcinom pluća. Zagađeni vodeni izvori mogu dovesti do infekcija, dok kontaminirana tlo može biti uzrok raznih bolesti i alergija. Klimatske promjene također imaju dugoročne posljedice na zdravlje, s povećanjem učestalosti ekstremnih vremenskih uvjeta poput poplava, suša i toplinskih valova, što može povećati broj smrtnih slučajeva i oboljenja povezanih sa stresom i iscrpljenošću od vrućine. S druge strane, zdrav okoliš može imati pozitivan utjecaj na fizičko i mentalno zdravlje. Zeleni prostori, poput parkova, smanjuju stres, poboljšavaju mentalno zdravlje i povećavaju tjelesnu aktivnost.

Ključne riječi: *okoliš, javno zdravlje, voda, hrana, zračenje*

Abstract

The environment has a significant impact on human health, both positive and negative. Air, water and soil pollution are the main factors that negatively affect health. Pollutants such as nitrogen oxide, sulfur dioxide, can cause respiratory diseases, cardiovascular problems and even lung cancer. Polluted water sources can lead to infections, while contaminated soil can be the cause of various diseases and allergies. Climate change also has long-term consequences on health,

*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: stjepan.stanic@ceps.edu.ba
*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: emina.murtic1gmail.com

with an increase in the frequency of extreme weather conditions such as floods, droughts and heat waves, which can increase the number of deaths and illnesses related to stress and heat exhaustion. On the other hand, a healthy environment can have a positive impact on physical and mental health. Green spaces, such as parks, reduce stress, improve mental health and increase physical activity.

Keywords: *enviroment, public health, water, food, radiation*

1. UVOD

Naše zdravlje je u izravnoj vezi sa zdravljem okoliša s obziromdaonečišćenost odnsono zagađenost okoliša može biti uzokom čitavog niza zdravstvenih potečkoća, npr. astme, alergija, raznih oblika karcinoma, diajbetesa, boelsti srca i krvožilnog sustava (Sofilić, T, 2015.)

Utjecaj okoliša na zdravlje postao je posebno značajan u posljednjim desetljećima, kako je ubrzan urbanizacijski proces, a s njim i povećana emisija štetnih plinova, zagađenje voda i tla te uništavanje prirodnih ekosustava. Zdravlje nije samo rezultat individualnih navika, već i posljedica šireg društvenog i ekološkog konteksta u kojem obitavamo. Od zagađenja do klimatskih promjena, okoliš može imati dugoročne, ponekad nepopravljive, učinke na ljudsko zdravlje. Povećanje broja respiratornih bolesti, bolesti srca, te čak mentalnih problema, sve su to posljedice loših uvjeta u kojima živimo. S obzirom na sve veće izazove koje okoliš predstavlja za zdravlje, postaje ključno razumjeti kako i na koji način okolišni faktori mogu utjecati na naš organizam i što možemo učiniti kako bismo smanjili te negativne učinke. Ova tema postaje središnja ne samo za pojedince, nego i za društva i globalne inicijative koje traže održive načine života i održavanje ravnoteže između prirode i ljudskih potreba.

1.1. Utjecaj okoliša na naše zdravlje

Kao oblik života, čovjek je prije svega jedinstvena i neponovljiva kombinacija gena svojih predaka koji bitno određuju strukturu i izgled njegova tijela, duha i psihe. Geni su tek baza na koju se nadograđuje puno elemenata koje čovjek ugrađuje u sebe i na sebe i u stalnoj je interakciji sa socijalnom i materijalnom okolinom u kojoj živi i svojim ponašanjem djeluje. Okruženje u kojem živimo toliko je veliko i složeno da je nemoguće u samo jednom pokušaju obuhvatiti

sve ono što značajno utječe na nas. (https://www.naturala.hr/kako-okolis-utjece-na-nase-zdravlje/, 2015.).

1.2. Globalno i osobno

Utjecaj okoliša na ljudsko zdravlje može se analizirati s više aspekata, ovisno o razini utjecaja, npr. globalno djelovanje događa se putem klimatskih promjena, proizvodnje hrane u svijetu, prirodnih i neprirodnih nesreća, spolno prenosivih bolesti, utjecaja svjetskih ekonomija i socijalnih uređenja na ljudsko zdravlje, dok se utjecaj na osobnoj razini može promatrati kroz uporabu kemijskih sredstava u kući, u kozmetici i osobnoj higijeni, kroz način prehrane, odijevanja, izloženosti štetnim čimbenicima na radnom mjestu i slično, iako treba napomenuti da povezanost između izloženosti i štetnih zdravstvenih posljedica nije sama po sebi dokaz da je prvi uzrok drugog. Eventualni utjecaj na naše zdravlje vrlo je složen i može biti moduliran djelovanjem naših genetskih, psiholoških čimbenika i našom percepcijom rizika koji predstavljaju.

1.3. Zrak koji udišemo

Čovjek prije svega mora disati. Čist zrak najvažniji je za naše zdravlje. Ako uključimo duhanski dim u opasnosti iz okoliša, on vjerojatno predstavlja najveći pojedinačni poznati u zraku stvoreni hemijski rizik za zdravlje, bilo u pogledu smrtnosti bilo u pogledu obolijevanja (karcinom pluća, druge bolesti pluća kao što su hronični bronhitis i emfizem, bolest srca i krvnih žila te ostalih dijelova tijela). U znatno manjoj mjeri ovaj je rizik prisutan kod nepušača pasivno izloženih duhanskom dimu, ali taj je rizik ipak značajan osobito za djecu koja žive s roditeljima pušačima. Bez sumnje, deseci hiljada smrtnih slučajeva posljedica su akutnog zagađenja (npr. smoga u velikim gradovima). Danas neki ljudi, npr. astmatičari, osobito su pogođeni varijacijama razine onečišćenja u zraku velikih gradova. Iako visoka izloženost radnika ispušnim plinovima na radnom mjestu, osobito dizelu i benzenu, povećava rizik od nekih vrsta raka, pouzdanih izravnih dokaza za veći rizik od karcinoma u populaciji koja je u manjoj koncentraciji izložena ovim kancerogenima ne postoji. Mnogi alergeni kao što su pelud trava, žitarica ili fekalni materijal iz kućne grinje mogu izazvati napade astme ili peludne groznice. Postoje dokazi da visoka izloženost tim alergenima rano u životu povećava rizik od astme kasnije u životu. Sve veći broj istraživanja ukazuje na to da u zraku hemijsko zagađenje može djelovati sinergistički s prirodnim alergenima i imati učinke na funkciju pluća pri

koncentracijama nižim od onih kod kojih bi i alergeni i hemijski iritansi imali suprotan učinak, tj. ne bi djelovali štetno.

1.4. Hrana koju jedemo

Hrana koju jedemo, i nije više tako hranjiva i zdrava kao što bi trebala biti. Različiti pesticidi, hormoni i aditivi sigurno su razlog tome, a vjerojatno i genetski modificirana hrana. Osobito su opasni pesticidi kojih ima doslovno u svemu i čije djelovanje ne prestaje čak ni onda kada se povuku iz uporabe. Djelovanje pesticida na ljudsko zdravlje ovisi o tipu pesticida. Neki utječu na živčani sustav, neki na kožu i oči, treći na hormone i cijeli endokrini sustav itd. Dokazano je da se pesticidi i njihovi metaboliti uzročno mogu povezati s nastankom različitih karcinoma, osobito tumora mozga, Parkinsonovom i Alzheimerovom bolesti, autizmom, abnormalnostima spermatozoida i tko zna čega još sve ne. Iako se najčešće povezuju s hranom biljnog podrijekla, s obzirom na to da se u biljkama dugo zadržavaju zbog svoje postojanosti i duge razgradnje, mogu se naći i u hrani podrijekla od životinja koje su konzumirale takvu biljnu hranu. Neke stvari ne možemo promijeniti preko noći, ali neke možemo poduzeti već sad. Prije svega treba kupovati hranu proizvedenu u zemlji u kojoj živimo ili još bolje iz okruženja u kojem živimo.

Povrće i voće treba dobro prati hladnom vodom, a hranu koja se kuha dobro termički obraditi. Koru agruma nipošto ne koristiti. Voće koje na sebi i u sebi sadrži ponajviše ostatka pesticida jesu breskve, jabuke, kruške, jagode. Od povrća to su celer, peršun, paprika, paradajz, krompir. Dakle, upravo ono koje najčešće konzumiramo. (https://www.naturala.hr/kako-okolis-utjece-na-nase-zdravlje/, 2015.)

1.5. Voda je izvor života

Puno više nego hranu svaki organizam treba vodu. Voda može biti važan izvor hemijske opasnosti. Olovne cijevi za dotok vode, osobito mekane vode, važan su izvor olova kao vrlo toksičnog teškog metala. Što se tiče mikrobioloških opasnosti u vodi, značajna poboljšanja u zdravlju postignuta su suzbijanjem uzročnika kolere. Međutim, postoje i druge mogućnosti za bakteriološku kontaminaciju. Tako Legionella može rasti u jamama ili mrtvim rukavcima u vodovodnom sustavu i može biti raspršena u obliku aerosola iz tuša. Rekreacijske vode koje su jako onečišćene s patogenima, posebno koliformnim bakterijama povezane su s rizikom od gastrointestinalnih i drugih infektivnih bolesti, ali su obično samoograničavajuće).

1.6. Odjeća, obuća, kozmetika...

Čak petina pesticida koja se godišnje potroši u svijetu uporabi se na poljima pamuka. Samo je jedna petina pamuka organskog podrijekla. Mnoge boje koje se koriste u proizvodnji odjeće i obuće su kancerogene, osobito azo-boje koje čine čak 70 % boja koje se koriste u proizvodnji odjevnih artikala. Proizvođači se azo-boje teško odriču. Azo-boje su pogodne zato što se odjeća boji već na 60 stepeni, postojana je i ima više nijansi, dok se bojama koje ne sadrže azo-skupinu to postiže teže ili nikako. S obzirom na to da nismo hemičari i da, čak i kad pročitamo, nismo sigurni što pročitano znači, najbolje je postupiti na sljedeći način:

– Kupovati odjeću od što prirodnijeg materijala.
– Obvezno odjeću oprati prije prvog nošenja, a crnu odjeću i više puta.
– Nastojati donje rublje nositi u bijeloj ili nekoj svjetlijoj boji, takvo sadrži malo ili nimalo boja, a u neposrednom je kontaktu s najvećim organom ljudskog tijela – kožom. Kozmetička sredstva također su bremenita različitim hemikalijama, osobito boje za kosu, lakovi za nokte. Iako nema jasne poveznice s bojenjem kose i nastankom pojedinih vrsta raka, kao što su rak mokraćnog mjehura, leukemije i limfoma, važno je znati da pojedine trajne boje u kombinaciji s hidrogenom stvaraju aromatske amine i fenole. Što je boja tamnija, to sadrži više tih opasnih tvari.

1.7. Zračenje u zatvorenom i otvorenom prostoru

Sve važniji utjecaj na ljudsko zdravlje imaju i brojni fizički čimbenici kao što su elektromagnetska i ionizirajuća zračenja. Ako izuzmemo radno okruženje, onda buka i druge fizičke opasnosti mogu predstavljati značajnu smetnju za mnoge stanovnike. Buka okoliša obično ne pridonosi gluhoći, ali značajne iznimke mogu uključivati bučne diskoteke i „osobne stereo uređaje“. Elektromagnetska zračenja pojavljuju se u rasponu od niske frekvencije i relativno niske energije, kao što su radiovalovi i mikrovalovi, do infracrvenog zračenja, vidljive svjetlosti, UV, x-zraka i gama zraka. Ovi posljednji, kao i drugi oblici radioaktivnosti poput visokoenergetskih subatomskih čestica (npr. elektrona – beta-zraka) mogu izazvati smrtonosnu staničnu ionizaciju, pa se stoga i zovu ionizirajuća zračenja. Izloženost ultraljubičastom (UV) zračenju nosi povećani rizik od raka kože kao što je melanom, ali i katarakte, ovisno o dužini izloženosti. Neki zagađivači, poput klorofluorugljika, koji se koriste kao rashladne tvari ili aerosoli s potisnim plinom ili u proizvodnji određenih vrsta

plastike mogu oštetiti „ozonski omotač“ u višoj atmosferi (stratosferi) i na taj način omogućiti da više UV svjetla dopre do površine zemlje i izravno naškodi ljudskom zdravlju. Ultraljubičasto svjetlo također može uzrokovati štetu i posredno pridonoseći povećanju ozona u troposferi (zrak koji udišemo).

2. METODOLOGIJA

Cilj istraživanja bio je ispitati stavove studenata zdravstvenih studija Visoke škole „CEPS“ o uticaju okoliša na javno zdravlje. U istraživanju je sudjelovao 44 ispitanika popunjavanjem anketnog upitnika izrađenog u aplikaciji Google obrasci. Anketni upitnik se sastojao od 21 pitanja. Ispitanici su bili studenti na smjeru sestrinstvo, fizioterapija isanitarni inženjering. Anketni upitnik sadržavao je opće i specifične podatke. Istraživanje je bilo dobrovoljno i anonimno, a provedeno je u travnju 2025. godine. Anketni upitnik sastojao se od 4 dijela. U prvom dijelu bilo je potrebno unijeti opće podatske (spol, dob, mjesto stanovanja, godinu studija, studijski program, razinu i tip prethodnog obrazovanja). U drugom dijelu ispitanici su iznostili svoje stavove o utjecaju okoliša na zdravlje, a u trećem percepcije i ponašanje. Četvrti dio sastojao se od 1 otvorenog pitanja, kako bi studenti izrazili svoje prijedloge, kako poboljšati kvalitetu okoliša u BiH. Obzirom da studenti zdravstvenih studija predstavljaju budućnost zdravstvenog sistema, njihovo mišeljenje smatramo veoma značajnim radi svih izazova koje u budućnost čekaju zdravstvo. Iz tog razloga smatramo da je potrebno istražiti stavove i mišljenja studenata zdravstvenih studija kako bi se utvrdilo da li bi napravili promjene o utjecaju okoliša na javno zdravlje. Također, ako bi iste napravili koje bi bile. Postavljena je sljedeća hipoteza (HO): Studenti zdravstvenih studija ne smatraju da su potrebne promjene u pristupu uticaju okoliša na javno zdravlje.

U upitniku je korištena Liktertova skala. Ispitanici su svoje slaganje s određenom tvrdnjom izražavali brojevima od 1 do 5.

(ocjenjuje se od 1 do 5 = U potpunosti se ne slažem, 5 = U potpunosti se slažem)

Dobivi podaci su uneseni u Microsoft Excel tabelu. Podaci su prikazani brojčano i u postotcima. S ciljem jasnijeh prikazivanja podataka krenirane su tabele i grafikoni.

3. REZULTATI

3.1. Informacije o ispitanicima

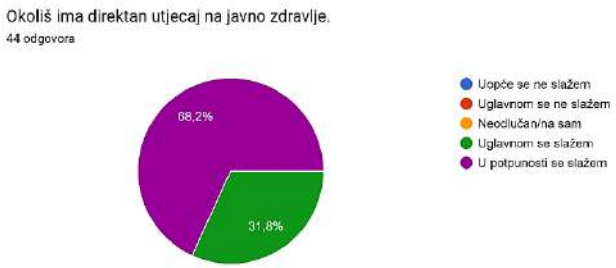
Od 44 ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju, 31 (70,5%) je ženskog spola dok je 13 (29,5%) muškog spola. Od 44 ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju, 30 ispitanika (68%) je starosti između 18 i 29 godina. Starosti između 30 i 49 godina je 13 ispitanika (29,55%). Jedan ispitanik starosti je iznad 50 godina (2.3%).

U glavnom gradu BiH živi 28 (66%) ispitanika. Po 4 sudionika istraživanaj su iz Kiseljaka i Breze (9,1%). Po jedan ispitanik (2,3%) je iz Goražda, Ilijaša, Kaknja, Konjica, Visokog, Zenice i Žepča. Od svih sudonika istraživanja kod 93,2% sudionika razina prethodnog obrazovanja je srednjoškolsko obrazovanje. Prethodno obrazovanje preddiplomskog studija ima 1 ispitanik (2.3%). Dok 2 (4,5%) sudonika istraživanja imaju pretodno obrazovanje diplomskog ili master studija.

Prethodno obrazovanje iz područja zdravstva ima 35 (79,5%) sudionika, a 9 (20,5%) nema prethodno obrazovanje iz oblasti zdravstva. Najveći broj sudionika istraživanja 34 (77,3%) je 1. godina zdravstvenih studija, 4 (9,1%) je druga godina zdravstvenih studija, po 3 sudionika (6.8%) su 3. i 4. godina zdravstva. Najveći broj sudionika studira studijski program sestrinstva 31 (70,5%), 11 sudonika su studenti fizioterapije (25%), a 2 (4. 5%) sudonika su studenti sanitarnog inženjeringa.

3.2. Utjecaj okoliša na javno zdravlje

Svih 44 ispitanika, 30 ih je na skali od 1 (najmanje) do 5 (najviše) iskazalo svoj stupanj slaganja s ponuđenom tvrdnjom. Najveće slaganje s tvrdnjom je izrazilo najviše ispitanika, njih (68,2%), a najmanje niti jedan ispitanik. Detaljniji prikaz strukture ispitanika je na Grafikonu 1.



Grafikon 1. Stavovi ispitanika o utjecaju okoliša na zdravlje

3.3. Fizička aktivnost i zdravlje

Ispitanici su na skali od 1 (najmanje) do 5 (najviše) iskazali svoj stupanj slaganja s tvrdnjom o utjecaju fizičke aktivnosti u očuvanju zdravlja ljudi. Najveće slaganje s tvrdnjom je izrazilo najviše ispitanika, njih 37 (84,1%), a najmanje niti jedan ispitanik. Detaljniji prikaz strukture ispitanika je na Grafikonu 2.



Grafikon 2. Utjecaj fizičke aktivnosti u očuvanju zdravlja

3.4. Utjecaj zraka na ljudsko zdravlje

Ispitanici su na skali od 1 (najmanje) do 5 (najviše) iskazali svoj stupanj slaganja s tvrdnjom o utjecaju zagađenosti zraka na zdravlje ljudi. Najveće slaganje s tvrdnjom je izrazilo najviše ispitanika, njih 37 (84,1%), a najmanje niti jedan ispitanik. Detaljniji prikaz strukture ispitanika je na Grafikonu 3.



Grafikon 3.Utjecaj zraka na zdravlje ljudi

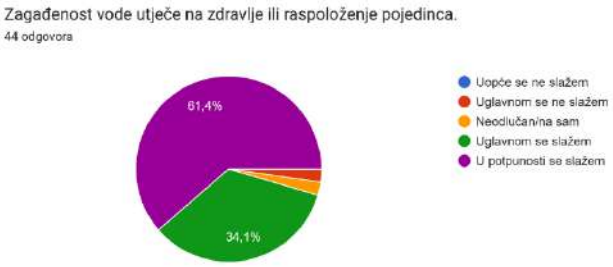
Najveći broj ispitanika 21 (47, 7%) uopće se na slaže da je zrak u gradu kojem živi siguran za zdravlje. Dok samo jedan sudonik (2,3%) zrak u kojem živi smtra sigurnim za zdravlje. Detaljan prikaz je vidljiv na grafikonu 4.



Grafikon 4.Utjecaj zraka na zdravlje ljudi

3.5. Utjecaj vode na ljudsko zdravlje

Da zagađenost vode utječe na zdravlje ili raspoloženje pojedinca u potpunosti se slaže 61, 4% sudionika (27). Najmanji broj ispitanika istraživanja, po 1 (2,3%) je neodlučan ili se uglavnom ne slaže s naevedenom tvrdnjom. Detaljan prikaz je vidljiv na grafikonu 5.



Grafion 5. Utjecaj vode na zdravlje ljudi

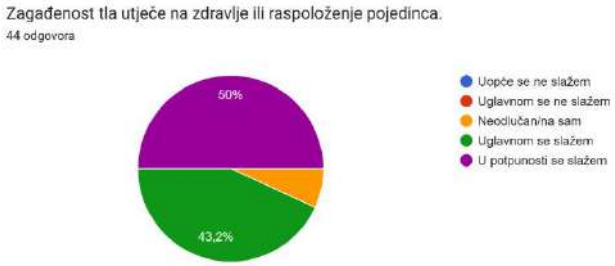
Najveći broj ispitanika (36, 4%) uglavnom se slaže da je voda u gradu kojem živi sigurana za zdravlje. Detaljan prikaz je vidljiv na grafikonu 6.



Grafion 6. Utjecaj vode na zdravlje ljudi

3.6. Utjecaj tla na ljudsko zdravlje

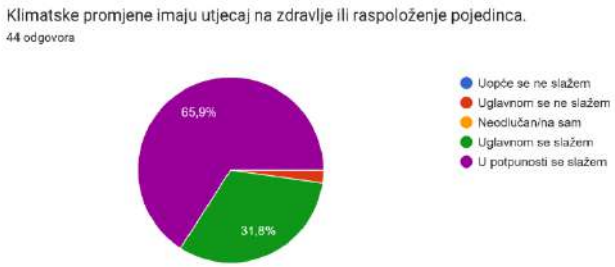
Sa tvrdnjom da zagađenost tla utječe na zdravlje ili raspoloženje pojedinca u potpunosti se slaže 50% (22) sudonika istraživanja. 19 sudonika (43, 2%) se uglavnom slaže s navedenom tvrdnjom. Neodlučna su 3 sudonika (6, 8%). Detaljan prikaz je vidljiv na Grafikonu 7.



Grafikon 7. Utjecaj tla na zdravlje ljudi

3.7. Klimatske promjene i ljudsko zdravlje

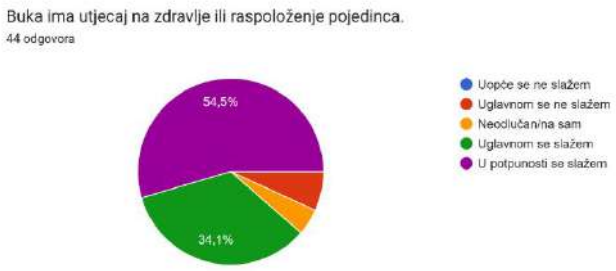
Da klimatske promjene imaju direktan utjecaj na ljudsko zdravlje u potpunosti se slaže 65,9% (29 sudionika). 31. 8% (14) se uglavnom slaže s navedenom tvrdnjom. Uglavnom se ne slaže 1 sudonik (2,3%) sudonika. Detaljan prikaz je vidljiv na Grafikonu 8.



Grafikon 8. Klimatske promjene i zdravlje ljudi

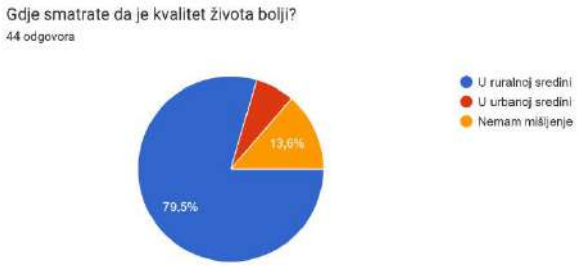
3.8. Utjecaj buke na zdravlje ljudi

Da buka ima utjecaj na zdravlje ili raspoloženje pojedinca smatra 54,5% (24) ispitanika, 34, 1% (15) sudionika se uglavnom slaže, uglavnom se ne slaže(3) 6,8% ispitanika, dok je neodlučno 2 (4,5%) ispitanika. Detaljan prikaz je vidljiv na Grafikonu 9.

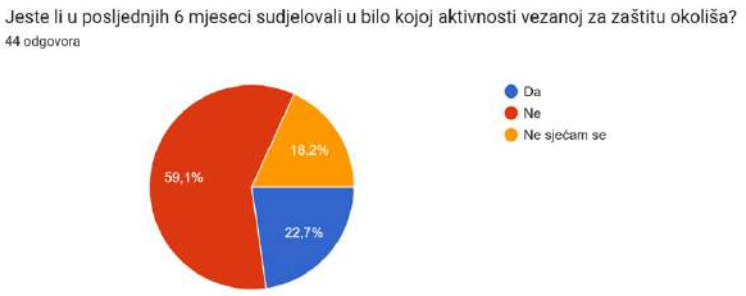


Grafikon 9. Utjecaj buke na zdravlje ljudi

Da zdravstveni sistem treba uvesti promjene koje će više uzimati u obzir utjecaj okoliša na zdravlje u potpunosti se slaže 70, 5% odnsono 31 ispitanik. Uglavnom se slaže 25% (11) ispitanika. S navedenom tvrdnjom se uopće ne slaže 2 ispitanika tj. 4. 5% ispitanika. Većina ispitanika, njih čak 35 (79, 5%) smatra da je kvalitet života bolji u ruralnoj sredini. 13, 6% (6) suidnika istraživanja nema mišljenje, dok 6.8% sudionika (3) smatra da je kvalitet života bolji u urbanoj sredini.



Grafikon 10. Kvalitet života



Grafikon 11. Sudjelovanje u aktivnostima zaštite okoliša

59, 1% ispitanika (26) nije sudjelovalo u aktivnostima koje su vezane za zaštitu okoliša. 18, 2 % (8) se ne sjeća da je sudjelovalo u aktivnostima vezanim za zaštitu okoliša, dok je 22, 7% (10) ispitanika sudjelovalo u aktivnostima vezanim za zaštitu okoliša.

Posljedenje pitanje anketnog upitika je bilo otvoreno pitanje koje je glasilo: Koje konkretne promjene bi po Vašem mišljenju, mogle poboljšati stanje okoliša i javnog zdravlja u Bosni i Hercegovini? Studenti zdravstvenih studija su predložili mjere navedene u tabeli br 1.

Tabela 1. Stavovi i mišljenja studenata zdravstvenih studija Visoke škole „CEPS“ o uticaju okoliša na javno zdravlje

1.	Promocija zaštite okoliša
2.	Razvijanje ekoloske svijesti kroz obrazovni sistem
3.	Podizanje ekološke kulture u svijesti
4.	Akcije čišćenja
5.	Radionice na temu zaštite okoliša
6.	Podići svijest ljudima
7.	Smanjiti zagađenost zraka većom upotrebom javnog prijevoza
8.	Redukcija otpada
9.	Recikliranje otpada
10.	Sankcije
11.	Pošumljavanje
12.	Izgradnja zelenih površina
13.	Promovirati proizvodnju i upotrebu ekološki uzgojene hrane
14.	Učestalo čišćenje riječnih korita
15.	Upotreba filtera zraka i vode na velikim, industrijskim pogonima.

4. RASPRAVA

Okoliš je sve ono što nas okružuje i bez njega život nije moguć. Život u onečišćenom okolišu nema povoljne uvijete za rast i razvoj živih bića. Onečišćenje okoliša postalo je jedno od vodećih prolema na globalnoj razini. Napretkom industralizacije, informatike, tehnologije, prirodna bogatstva sve se više gube (Jakobek, I, 2022).

Globalni okolišni problemi počeli su krajem 18. stoljeća. Međutim promjene u okolišu počele su se primjećivati tek u drugoj polovici 20. stoljeća. Kada se klima značajno promijenila,, gospodarski rast i razvoj narušio, bioraznolikost izgubila, a opstanak suvremene civilziacije postao upitan. Pogoršanjem stanja okoliša javila se ekološka svijest, a time i zahtjevi za razvojem zakona vezanih

za prevenciju onečišćenja okoliša (Orsag, B, Ludaš Dujmić, A,Ercegović Ražić S, 2024).

Zdravsteni radnici moraju biti kvalitetno educirani o o zaštiti zdravlja pacijenata. Prema (Grgurić, D, Primorac, A.) edukacija pacijenata je aktivni proces o osnovnim ciljem poticanja i stvaranja promjena u stavovima ili ponašanju bolesnika kao rezultat stjecanja novih spoznaja, vještina i vrijednosti koji doprinose povećanju kvalitete zdravlja. Učinkovita edukacija zdravstvenih i nezdravstvenih djelatnika u zdravstvenom sustavu, kao i pacijenata utječe na poboljšanje bolesnikove sigurnosti.

Osim edukacije pacijenata ključna uloga medicinske sestre, ali i svakog zdravstvenog radnika je i promocija zdravlja. U bolničkoj skrbi aktivnosti promocije zdravlja uključuju savjetovanje o zdravom načinu života, poticanje brige o vlastitom zdravlju, pružanju potrebne informacije, te poticanje i sudjelovanje obitelji u brizi za pacijenta. (Ž, Benceković, 2021.)

Ciljevi rada su objasniti pojam okoliša i komponente okliša koje utječu na zdravlje ljudi i i zraditi i provesti anketni upitnik o stavovima studenta zdravstvenih studija Visoke škole „CEPS“ o uticaju okoliša na javno zdravlje, obraditi rezultate ankete o stavovima studenata te ih tablično i/ili grafički prikazati, predložiti načine i metode unapređenja utjecaja okoliša na zdravlje ljudi.

Po definiciji SZO-a, onečišćenje zraka je kontaminacija unutarnjeg i vanjskog okoliša bilo kojim fizikalnim, kemijskim ili biološkim agensom koji mijenja normalne karakteristike atmosfere. Javno zdravstvo najviše zabrinjavaju onečiščivači kao što je ugljični monoksid, ugljični dioksid i sumporni dioksid koji mogu izazvati respiratorne, ali i ostale bolesti te mogu biti i letalne (WHO, 2014.). 84, 1% sudionika sitraživanja se u potpunosti slaže da zrak ima utjecaj na zdravlje ljudi, dok također veliki postotak studenata zdravstvenih studija (47,7%) smatra da zrak u gradu u kojem žive nije siguran za zdravlje ljudi.

Zdravstveni problemi čovjeka te ekološka oštečenja prirode velikim su dijelom povezani s onečišćenje vode i njezinim štetnim utjecajima. Voda je tvorac života.Voda je daleko najbogatija komponenta svih živih bića i ima veliki značaj u održavanju kako strukture, tako i funkcije svih tkiva (Damijanjević, D,2019).

Voda je ključni resurs razvitka i opstanka. Danas se nažalost voda koristi na neodrživ način i već danas u pojedinim dijelovima svijeta postoji nestašića vode (Črnjar, M, Črnjar, K, 2004.) Veliki postotak studenata zdravstenih studija 61,4% na se u potpunosti slaže da zagađenost vode utječe na zdravlje ili

raspoloženje pojedinca, a 11, 4% studenata smatra da voda u gradu u kojem živi nije sigurna za upotrebu. Devastacija tla složenija je nego kod vode. Ako želimo definirati što je to onečišćeno tlo, možemo reći da je to tlo u kojem je ljudskom djelatnošću povećan sadržaj štetnih tvarikojima koncentracija može biti opasna za ljudsku aktivnost, odnosno za uzgoj biljaka i životinja (Kisić, I, Sanacija onečišćenoga tla, 2012.).

Erozija tla, degradacija tla zbog korištenja umjestnih gnojiva i razvitka poljoprivrede, neplansko širenje gradova, industrije, iskop mineralnih sirovina i sječa šuma, glavni su uzroci degradacije i onečišćenja tla. (Črnjar, M, Črnjar, K, 2004.) Sa tvrdnjom da zagađenost tla utječe na zdravlje ili raspoloženje pojedinca u potpunosti se slaže 50%.

Klimatske promjene utječu na zdravlje ljudi, pri čemu se najviše ističe povećana smrtnost tijekom toplinskih valova, čija se učestalost povećava s globalnim zatopljenjem (Zaninović, K, Gajić-Čapka, M, 2008.) Da klimatske promjene imaju direktan utjecaj na ljudsko zdravlje u potpunosti se slaže 65,9%.

Prometna buka predstavlja značajne prijetnje ljudskom zdravlju i održivosti okoliša, što zahtijeva usklađene napore na različitim razinama, od formuliranja politika do tehnoloških inovacija i angažmana zajednice. Rješavanje prometne buke zahtijeva holistički pristup koji integrira urbanističko planiranje, prometne politike, tehnološke napretke i kampanje javne svijesti (Palić, N, Ivešić, D, Šušnja, D,). Da buka ima utjecaj na zdravlje ili raspoloženje pojedinca smatra 54,5% isptanika. .

5. ZAKLJUČAK

Uzroci različitih bolesti se krije u svemu što nas okružuje i čime se koristimo. Iako ljudska vrsta kontinuirano evoluira, taj proces je jako spor, a promjene okoliša su velike i brze da mu se svi pojedinci ne mogu prilagoditi. Može se zaključiti da većina ispitanika smatra da je utjecaj okoliša na javno zdravlje vrlo važan. Iz toga se može zaključiti da budući zdravstveni radnici imaju dobru razinu znanja o utjecaju različitih komponenata okoliša na zdravlje ljudi. Krajnje je vrijeme da počnemo razmišljati o opasnost svega što nam se nudi, što nas okružuje i što nas u konačnici uništava. Prema stavovima studentata zdravstvenih studija na Visokoj školi „CEPS“ rješenja su sljedeće mjere: promocija zaštite okoliša, akcije čišćenja, radionice na temu zaštite okoliša, podizanje ekološke svijesti, smanjenje zagađenosti zraka većpm upotrebom javnog prijevoza, redukacija otpada, recikliranje, sankcije, pošumljavanje, itvaranje zelenih površina, povećati proizvodnju ekološki uzgojene hrane,

učestalo čišćenje riječnih korita i upotreba filtera zraka i vode na industrijskim pogonima.

LITERATURA

1. Benac, Č, Zaštita okoliša – Skripta, Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, 2013.
2. Benceković, Ž, Medicnike sestre kao edukatori pacijenata u zdravstvenoj zaštiti 2021.
3. Črnjar, M, Črnjar, K, Suvremeno promišljanje o međusobnim odnosima znanja i okoliša. 2004.
4. Damijanjević, D, Otpadne vode i utjecaj na čovjeka i okoliš, 2019.
5. Grgurić, D, Primorac, A. Edukacija i uključivanje pacijenata u proces skrbi, 2023.
6. Kisić, I, Sanacija onečišćenog tla, Agronomski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 2011.
7. Jakobek, I, Utjecaj okoliša na zdravlje, 2022.
8. Orsag, B, Ludaš Dujmić, A,Ercegović Ražić S.U tjecaj globalizacije tekstilne industrije na onečišćenje okoliša, 2024.
9. Palić, N, Ivešić, D, Šušnja, D. Prometna buka i održivost: ka zdravijem okolišu boljoj kvaliteti života, 2024. Zbornik radova sa V. Međunarodne studenstke konferencije „Zelena održiva budućnost“.
10. Sušac, I, Kako okoliš utječe na naše zdravlje?, Dostupno na: https://www.naturala.hr/kako-okolis-utjece-na-nase-zdravlje/, 2015.
11. WHO, 2014.

KNOWLEDGE AND ATTITUDES OF GRAMMAR SCHOOL STUDENTS ON ANTIMICROBIAL RESISTANCE AND ITS IMPACT ON PUBLIC HEALTH

ZNANJE I STAVOVI SREDNJOŠKOLACA O ANTIMIKROBNOJ REZISTENCIJI I NJEZINOM UTJECAJU NA JAVNO ZDRAVLJE

Izvorni naučni rad / Original scientific paper

v. pred. Katja Molan*

Maja Kregar, student*

Abstract

Antimicrobial resistance (AMR) poses a significant threat to global public health by reducing the effectiveness of antibiotics and complicating management of infectious diseases. The emergence and spread of antibiotic resistant bacteria are influenced by human, animal, and environmental factors, necessitating an integrated 'One health' approach to reduce risks. Special attention is given to strategies for limitation of generation and spreading of antibiotic-resisant bacteria and the role of education in promoting AMR-related health literacy. Given that, secondary education plays a crucial role in shaping health-related knowledge, the study underscores the importance of embedding AMR awareness into grammar school biology curricula. This article presents the results of a research on knowledge of grammar school students on antimicrobial resistance and its impact on public health. The survey showed that Slovenian grammar school students have a very similar level of knowledge and attitudes towards AMR to that found in the WHO global survey. First-year students show significantly less knowledge than older students, suggesting the curriculum helps improve understanding of antibiotics and AMR. However, many students still lack knowledge and remain unsure about key aspects, indicating a need for greater emphasis on AMR in secondary education. Findings support global strategies that multidisciplinary, education-centered strategy is important to improve understanding and behaviors related to antibiotic use and resistance, ultimately supporting global public health efforts.

Keywords: *antimicrobial resistance, antibiotics, bacteria, one health, health literacy, grammar school*

*University of Novo mesto Faculty of Health Sciences, Novo mesto, Slovenia, e-mail: katja.molan@uni-nm.si

*Novo mesto Grammar School, Novo mesto, Slovenia, e-mail: majakregar7@gmail.com

1. INTRODUCTION

1.1 Antimicrobial resistance and its influence on public health

Antimicrobial resistance (AMR) is one of the greatest global health threats as it reduces the effectiveness of infectious disease treatment and thus the sustainability of an effective global public health response to the persistent threat of infectious diseases (WHO, 2015). The increasing presence of antibiotic resistant bacteria in the environment is not only a medical problem but also poses a threat to the stability of ecosystems (La Rosa et al., 2025). Surveillance of antibiotic-resistant bacteria is important for sustainable development as it has a direct impact on human, animal and ecosystem health and supports sustainable policies and regulations that can more easily implement effective measures to reduce antibiotic use and prevent the spread of bacterial genes that cause antibiotic resistance (WHO, 2015; CDC, 2024; La Rosa et al., 2025).

Treatment of infections caused by antibiotic-resistant bacteria is an increasing chalenge for medicine. Trends in AMR mortality are changing over time. From 1990 to 2021, deaths from AMR decreased by more than 50% among children younger than 5 years yet increased by over 80% for adults 70 years and older, similarly in all parts of the world. It is predicted that in the future AMR will also mainly affect older people (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2024).

Charani et al. (2023) identify significant gaps and variations in the development and implementation of national action plans to combat antimicrobial resistance in the following areas: (1) policy and strategic planning; (2) medicines management and prescribing systems; (3) technologies for optimal antimicrobial prescribing; (4) context, culture and behavior; (5) operational implementation and monitoring; and (6) patient and public involvement and participation. The gaps identified in these areas highlight opportunities to facilitate the sustainable implementation and operationalization of national disease prevention programs (Charani et al., 2023).

1.2 'One health' policy

Antimicrobial resistance arises from human, animal, and environmental factors. Human-related causes include antimicrobial overuse and misuse in human and veterinary medicine, antibiotic-containing cosmetics and biocides utilization, and inadequate sanitation and hygiene in public settings. Prophylactic and therapeutic antimicrobial misuse and overuse, using antimicrobials as feed additives, microbes resistant to antibiotics and resistance genes in animal excreta, and antimicrobial residue found in animal-origin food and excreta are animals related contributive factors for the antibiotic resistance emergence and spread. In animals, the overuse of antibiotics for treatment and growth along with resistant microbes in waste and food contribute to the problem.

Environmental sources include natural resistance genes, improper disposal of medicines, pollution from farms and factories and the use of chemicals in agriculture. Wildlife may also spread resistance. A One Health approach— responsible use of antimicrobials, better hygiene and coordinated policies — is essential and requires close collaboration between the human, animal and environmental sectors (CDC, 2024; Endale, 2023). Awareness of the interconnectedness of all elements in the development of AMR is the basis of the 'One Health' project, which links human, animal and environmental health (CDC, 2024; Velazquez-Meza & Galarde-lópez, 2022).

Slovenia has also adopted a national 'One Health' strategy for antimicrobial resistance (2019-2024), which defines priority areas for action in the human medicine, veterinary medicine, and agriculture sectors (National Interministerial Commission for the Prudent Use of Antimicrobial Medicines in Slovenia, n.d.): (1) optimisation of antimicrobial prescribing; (2) monitoring of antimicrobial consumption; (3) monitoring of microbial resistance; (4) monitoring, prevention and control of healthcare-associated and veterinary infections; (5) education of professionals and the general public; (6) research and development; (7) international cooperation.

1.3 Importance of education for health literacy in AMR

Health literacy is a key component of public health and plays an important role in individual and collective decision-making related to health, and includes not only the ability to read and understand medical information, but also the ability to critically evaluate and apply that information related to health, and includes not only the ability to read and understand health information, but also the ability to critically evaluate, apply this information for practical purposes, and make informed decisions about health care, as well as the ability of individuals to navigate within a complex health care system. Higher levels of health literacy contribute to a better understanding of the risks and measures to reduce antimicrobial resistance, such as the proper use of antibiotics, hygiene and vaccination. People with high health literacy are better able to follow medical instructions, communicate effectively with healthcare professionals and use medications as directed (Guo et al., 2018).

In 2019, the WHO published a report on the monitoring of the Global Strategy on Antimicrobial Resistance adopted in 2015. This report emphasizes the importance of raising public awareness of the risks associated with AMR and educating health, veterinary and agricultural professionals about AMR (WHO, 2019).

The WHO research agenda for antimicrobial resistance (AMR) in human health has identified 40 research priorities to be addressed by the year 2030. One

these priorities is AMR awareness and education – to identify the most cost-effective behavioural change interventions to mitigate the emergence and spread of AMR by targeting and engaging the general public, young people, mass media, health-care providers, and policy makers across socioeconomic settings (Bertagnolio et al., 2024).

Several studies are beeing performed for better understanding of knowledge, attitude and practices towards antimicrobial resistance (AMR) to identify gaps in the current training curriculum. Examples of such studies focused on undergraduate medical students (Saksena et al., 2025), general undergraduates (Prigitano et al., 2018; Sharma et al., 2025) and high school students (Kotwani et al., 2016).

Educating young people about AMR requires a multidisciplinary approach that includes formal education and informal education using modern technologies, especially digital tools, mobile apps and interactive platforms, as well as practical activities such as simulations and games, project work and collaboration with healthcare professionals (Marvasi et al., 2021).

1.4 Grammar school curriculum

Grammar school is an educational program that prepares students for further education, fosters their creativity and develops knowledge, skills, abilities and other personal qualities necessary for later success in work and life. The Gymnasium must provide a sufficiently broad general education and create a knowledge base common to all higher education courses, but also enable reflection on the limits of knowledge. Grammar schools are characterized by a global, comprehensive approach to education based on the complexity of the world, the interweaving and synthesis of knowledge from different fields and the development of discipline as a prerequisite for an inter- and transdisciplinary understanding of the world. In secondary school, students acquire the foundations of scientific models in various fields (Gimnazija b.d.).

The fields of microbiology and ecology, which form the basis for understanding the problem of antimicrobial resistance, are part of the broader field of biology, which is included in the secondary school curriculum for 70 hours per year in the first three years (Učni načrt Biologija, 2008). The curriculum includes content on 'Structure and function of bacteria and fungi' and, as part of this, the use of antibiotics. In ecology, students develop an understanding that all living things on earth are connected in a single biosphere, that all ecosystems are interconnected and influence each other.

Only those students who take biology in the matura exam and deepen their knowledge in the compulsory elective area of biotechnology and microbiology also have the following content in their curriculum: understand that antibiotics

are substances that can kill bacteria and fungi, and that bacteria and fungi can become resistant to antibiotics (random mutations in the genome of these microorganisms sometimes lead to strains that are less sensitive to antibiotics); learn about some of the mechanisms of action of antibiotics (e.g., understand why antibiotics do not work against viruses; understand that responsible use of antibiotics (only when necessary, at the prescribed dose and always until the end of the prescribed treatment) can limit the development of antibiotic resistance .

Grammar school programs therefore provide the broadest general education, which should ensure all important basic knowledge that young people will not have the opportunity to acquire later in various higher education programs. The purpose of the study is to examine the knowledge and attitudes of Grammar school students about antimicrobial resistance and its impact on public health.

2. METHODS

Survey was conducted among grammar school students from three schools in Slovenia.

A questionnaire, which was developed as part of project V3-24047, was used to assess health literacy regarding microbial resistance to drugs. The questionnaire was mainly based on the questionnaire used by the WHO in its study 'Antibiotic resistance: Multi-country public awareness survey' (WHO, 2015), which we supplemented with important findings from related studies that have already examined the characteristics of antimicrobial use and knowledge about AMF in different target groups and used various instruments to assess health literacy. The questionnaire collected information on: (a) practices in the use of antimicrobial drugs, (b) knowledge of the use of antimicrobial drugs and their safe disposal, (c) knowledge of the field of antimicrobial resistance, (d) knowledge of factors influencing the spread of antimicrobial resistance, and (e) knowledge of measures to control the spread of antimicrobial resistance.

The survey was conducted using web tool 1ka (open-sourse application). Participation was voluntary and annonimous. Students identified only gender and year of the study. Collected data were exported to MS Excel (Microsoft Excel, version 16.96.1) and graphically presented. Statistical analysis was performed using SPSS program (IBM SPSS Statistics, version 25).

3. RESULTS

211 respondents participated in the survey, of these 72.8% female students and 27.2% male students. 91 (42.7%) attend first year of school, 76 (35.7%) attend second year, and 46 (21.6%) attend third or fourth year. Students of third and fourth year are analysed together as biology is only in first three years of grammar school.

3.1 Use of antibiotics

Most students reported that last time that they used antibiotic was more than a year ago (31%), and also 18.8% don't remember last time they took antibiotic.

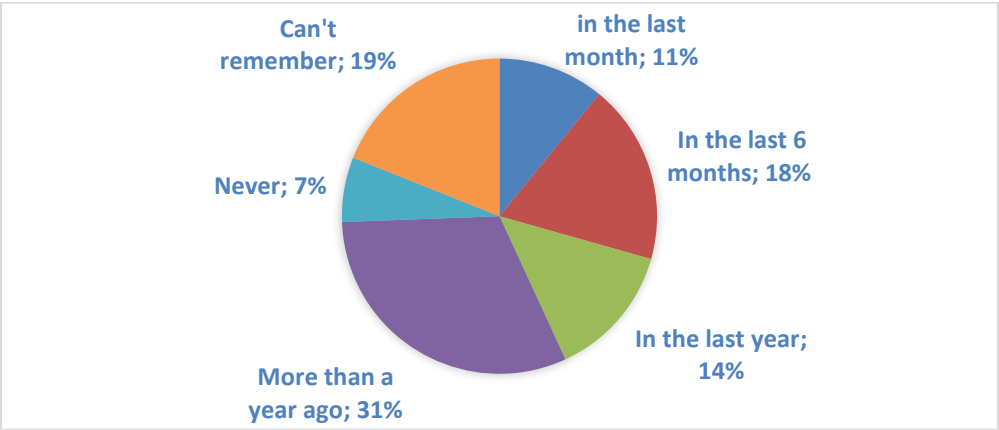


Figure 1: Percentages of responses from all respondents to question "When did you last take antibiotics?"

The vast majority of respondents (79,3%) report that they got their antibiotics (or a prescription for them) from a doctor, 4.7% took antibiotics that they had at home, 2.3% got it from other people and 12.7% don't remember. None reported buying antibiotics on web. Majority of respondents (70%) however agree that use of antibiotic, obtained from other person, is not appropriate.

3.2 Knowledge about use of antibiotics and AMR

Survey respondents were asked when they thought they should stop taking antibiotics once they had begun treatment: when they feel better, or when they have taken all the antibiotics as directed. The majority of respondents answered that the full course of antibiotics should be taken as directed (75.6%) as it is recommended by WHO. However, 13,6% of students think that treatment should be stopped when we feel better.

Knowledge of antibiotic use was assesed also with list of 14 infectious diseases or symptoms (e.g. AIDS, diarhea, gonorea, cold,…) and respondents marked those that could be treated with antibiotics. In average, students gave 8.6 (SD=2.7) correct answers. There was no significant difference in knowledge according to the study year.

Set of 14 statements about antimicrobial resistance gave a score of AMR knowledge. Mean score was 7.6 (SD=3.8). Comparison between study years revealed that students of first study year have significantly less knowledge about AMR than older students (ANOVA, p<0,001). Most students agreed with statements 'Many infections are becoming increasingly resistant to treatment by antibiotics' (74.6%) and 'Good hand hygiene prevents the transmission of resistant bacteria and other microbes to other people.' (73.7%). The most hessitant were students regarding statement 'Healthy people can carry antibiotic-resistant bacteria'.

3.3 Opinions of students about problem of AMR and its environmental and pubic health aspect

Students expressed high degree of agreement with statements regarding use of antibiotics and responsibility in taking AB. Lower grading was connected with statements regarding minimalizsation or worries about AMR problem. Most students absolutely agree that antibiotics should be prescribed by doctor, that they should not be saved and used later for other ilnesses, that parents should take care for vaccination of their children and that people should wash hands regularly. Results are presented in Table 1.

Table 1: Descriptive analysis of opinions on statements regarding antibiotic use, responsible behaviour, environmental and public health aspects. Each field shows percentage of the frequencies of each category .

	Strongly Disagree	Slightly disagree	Neither Agree nor Disagree	Slightly agree	Strongly Agree
People should use antibiotics only when they are prescribed by a doctor	0.5	1.4	3.8	31.9	**48.4**
Farmers should give fewer antibiotics to food-producing animals	1.4	0.9	11.3	**43.2**	29.1
People should not keep antibiotics and use them	2.3	5.6	16.9	22.5	**38.5**

later for other illnesses					
Parents should make sure all of their children's vaccinations are up-to-date	1.9	1.9	6.6	23.0	**52.6**
People should wash their hands regularly	0.5	0.5	3.3	13.6	**68.1**
Doctors should only prescribe antibiotics when they are needed	14.1	3.8	15.0	**39.9**	27.2
Governments should reward the development of new antibiotics	0.9	1.9	18.8	**37.1**	27.2
Pharmaceutical companies should develop new antibiotics	0.5	1.4	17.8	**40.8**	25.4
Antibiotic resistance is one of the biggest problems the world faces	3.3	17.8	**40.8**	19.2	4.7
I am worried about the impact that antibiotic resistance will have on my health, and that of my family	4.7	16.0	**30.5**	29.1	5.6
I am not at risk of getting an antibiotic-resistant infection, as long as I take my antibiotics correctly	2.3	15.5	**43.2**	20.7	4.2

Legend: Bold numbers=Modus

3.4 Use of antibiotics in agriculture

Most students (54%) are aware that antibiotics are used also in agriculture. Mainly they think that antibiotics are used for treatment of breeding animals (71.4%) and for prevention of infections (49.3%).
They rate the use of antibiotics in agriculture as excessive and inappropriate and are hessitant about responsible use of antibiotics among food and agricultural providers and trend of antibiotic use in agriculture. Results are presented in Table 2.

Table 2: Descriptive analysis of opinions on statements regarding antibiotic use in agriculture. Each field shows percentage of the frequencies in each category.

	Strongly Disagree	Slightly disagree	Neither Agree nor Disagree	Slightly agree	Strongly Agree
Food and agricultural providers use antimicrobial agents/antibiotics responsibly	3.3	18.8	**33.8**	19.2	5.2
The use of antibiotics in agriculture and food production is often excessive and inappropriate.	0.5	2.3	24.9	**37.6**	15.0
The use of antibiotics in agriculture has been declining in recent years.	1.9	21.1	**43.7**	10.8	2.8
Technologies in food and agriculture can cause the development of antibiotic resistance	0.5	4.2	29.1	**37.6**	8.9
Resistant microorganisms can easily spread to humans and other countries/populations via agricultural and food products.	0.5	5.2	**35.2**	32.4	7.0
Resistant microbes can reach the general population by spreading to agricultural products and the environment, contaminating water sources, wild animals, and soil.	0.0	3.8	29.1	**37.6**	9.9

Legend: Bold numbers=Modus

3.5 Societal management of the problem of antimicrobial resistance

Respondents mainly agree thatinterdisciplinary approach is necessary for tackling the problem of antimicrobial resistance, that everybody needs to take responsibility for appropriate antibiotic use. They are hessitant about statement that medicine will solve the problem of antibiotic resistance and that

people like them can't do much regading this problem. They also mainly agree that awarenes rising is necessary. Results are presented in Table 3.

Table 3: Descriptive analysis of opinions on statements regarding possible actions to tackle problem of antimicrobial restitance. Each field shows percentage of the frequencies in each category.

	Strongly Disagree	Slightly disagree	Neither Agree nor Disagree	Slightly agree	Strongly Agree
Antibiotic resistance can only be controlled through cooperation between medicine, veterinary science, and environmental science.	0.9	8.0	24.4	**39.0**	8.0
The problem of antibiotic resistance can only be tackled through awareness-raising, such as education at various levels.	0.9	7.5	30.5	**32.4**	8.9
Medical experts will solve the problem of antibiotic resistance before it becomes too serious	1.9	10.3	**46.0**	23.9	3.8
Everyone needs to take responsibility for using antibiotics responsibly	1.4	0.9	9.9	**39.0**	34.7
There is not much people like me can do to stop antibiotic resistance	1.9	21.6	**35.2**	23.5	2.3

Legend: Bold numbers=Modus

4. DISCUSSION

The purpose of the study was to examine the knowledge and attitudes of high school students about antimicrobial resistance and its impact on public health, as high school programs provide the broadest general education, which should ensure all important basic knowledge that young people will not have the opportunity to acquire later in various higher education programs.

Compared to WHO report from 2015 (WHO, 2015), use of antibiotics in our investigated group was lower. Namely in WHO report, 37% of respondents in age group 16-24 years reported that they used antibiotic in last month, while in our study only 10.8% of students reported use of antibiotic in the last month. The vast majority of our respondents (79.3%) state that they have received their antibiotics from a doctor and only a few have taken antibiotics from other sources. The majority of respondents are also aware that antibiotics should be taken as recommended by the WHO. Similar results were obtained among Italian students where great majority of respondents also took these drugs only prescribed by a doctor, in the correct dose and for the proper duration (Prigitano et al., 2018).

Awareness of responding students about use of antibiotics is relatively high, as 75.6% stated that therapy should be stopped only when you've taken all of the antibiotics as directed, while only 54% of respondents of age group 16-24 years in WHO survey (WHO, 2015) agreed with this statement.

Students exhibited similar level of knowledge as was established by WHO study (Who, 2015). E.g. the statement “Many infections are becoming increasingly resistant to treatment by antibiotics” was rated as true by 72% of WHO study respondents, while in our study this answer was given by 74% of respondents. Also in opinions about appropriate practices students in our study gave similar rating to statements as respondents in WHO study – washing hands and vaccination of children and use of antibiotics only when prescribed by doctor were rated highes in both studies.

Use of antibiotics in agriculture is less known to general public. However respondents in our study in high percentage (72.3%) agree that farmers should give fewer antibiotics to animals, which is also very similar to WHO study (WHO, 2015), where 73% of respondents agreed with this statement. Thanks to the international efforts of the WHO, the FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), and the OIE (World Organisation for Animal Health) to promote a One Health approach that combines animal, human and environmental health (The FAO-OIE-WHO Collaboration, 2017), many countries now have national action plans to combat antimicrobial resistance, including in the agricultural sector.

Kotwani et al. (2016) also researched knowledge of high school students about AMR and concluded that four broad themes needing attention emerged: definition of antibiotic and antibiotic resistance, antibiotic use behavior, doctor–patient relationship, and interventional strategies suggested to curtail the misuse of antibiotics and to spread awareness.

The study of global burden of bacterial antimicrobial resistance (“Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990-2021: a systematic analysis with forecasts to 2050.,” 2024) concluded that it is important that interventions combine infection prevention, vaccination, minimisation of inappropriate antibiotic use in farming and humans, and research into new antibiotics to mitigate the number of AMR deaths that are forecasted for 2050.

5. CONCLUSION

The survey showed that Slovenian Grammar school students have a very similar level of knowledge to that found in the WHO global survey. There are also no major differences in attitudes towards AMR. The knowledge of first-year students is significantly lower than that of older students, which indicates that the curriculum provides them with key information on the appropriate use of antibiotics and AMR. Nevertheless, a significant proportion of students show a lack of knowledge about the use of antimicrobial drugs and are undecided about different aspects of AMR, so it would be reasonable to pay more attention to AMR in secondary school education.

Acknowledgement

This research was conducted as part of the project CRP2024 '**Evaluation and strengthening of health literacy on microbial drug resistance in young generations'** (Project code: V3-24047) co-financed by the Slovenian Research and Innovation Agency (ARIS) and Ministry of Health.

REFERENCES

1. Antimicrobial Resistance Collaborators, A. R. (2024). Articles Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990 – 2021 : a systematic analysis with forecasts to 2050. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01867-1
2. Bertagnolio, S., Dobreva, Z., Centner, C. M., Olaru, I. D., Donà, D., Burzo, S., Huttner, B. D., Chaillon, A., Gebreselassie, N., Wi, T., Hasso-Agopsowicz, M., Allegranzi, B., Sati, H., Ivanovska, V., Kothari, K. U., Balkhy, H. H., Cassini, A., Hamers, R. L., & Weezenbeek, K. Van. (2024). WHO global research priorities for antimicrobial resistance in human health. The Lancet. Microbe, 5(11), 100902. https://doi.org/10.1016/S2666-5247(24)00134-4
3. CDC (2024). About Antimicrobial Resistance. https://www.cdc.gov/antimicrobial-resistance/about/index.html

4. Charani, E., Mendelson, M., Pallett, S. J. C., Ahmad, R., Mpundu, M., Mbamalu, O., Bonaconsa, C., Vlahović-palčevski, V., Kofteridis, D., Corrêa, J. S., & Holmes, A. H. (2023). Health Policy An analysis of existing national action plans for antimicrobial resistance — gaps and opportunities in strategies optimising antibiotic use in human populations. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(23)00019-0
5. Endale, H. (2023). Potential Causes of Spread of Antimicrobial Resistance and Preventive Measures in One Health Perspective-A Review. December, 7515–7545. https://www.dovepress.com/article/download/88876
6. Gimnazija (b.d.). https://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2019/programi/gimnazija/gimnazija/spl-del.htm
7. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990-2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. (2024). Lancet (London, England), 404(10459), 1199–1226. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01867-1
8. Guo, S., Armstrong, R., Waters, E., Sathish, T., Alif, S. M., Browne, G. R., & Yu, X. (2018). Quality of health literacy instruments used in children and adolescents : a systematic review. 1–18. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020080
9. Kotwani, A., Wattal, C., Joshi, P. C., Holloway, K., & Regional, E. A. (2016). Knowledge and perceptions on antibiotic use and resistance among high school students and teachers in New Delhi , India : A qualitative study. https://doi.org/10.4103/0253-7613.186208
10. La Rosa, M. C., Maugeri, A., Favara, G., Mastra, C. La, Magnano, R., Lio, S., Barchitta, M., & Agodi, A. (2025). The Impact of Wastewater on Antimicrobial Resistance : A Scoping Review of Transmission Pathways and Contributing Factors. 1–29.
11. Marvasi, M., Casillas, L., & Vassallo, A. (2021). Educational Activities for Students and Citizens Supporting the One-Health Approach on Antimicrobial Resistance.
12. Nacionalna medresorska komisija za smiselno rabo protimikrobnih zdravil v Sloveniji (b.d.). National “one health” antimicrobial resistance strategy (2019–2024). Pridobljeno s: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MZ/DOKUMENTI/ZBIRKE/Nacionalna-medresorska-komisija-za-smiselno-rabo protimikrobnih-zdravil-v-Sloveniji/Strategija-obvladovanje-odpornosti-mikrobov-260920194_eng-002-002.pdf
13. Prigitano, A., Romanò, L., Auxilia, F., Castaldi, S., & Tortorano, A. M. (2018). Antibiotic resistance: Italian awareness survey 2016. Journal of Infection and Public Health, 11(1), 30–34. https://doi.org/10.1016/j.jiph.2017.02.010
14. Saksena, R., Parida, A., Jain, M., & Gaind, R. (2025). Antibiotic use and antimicrobial resistance : Knowledge , Attitude and Practices survey of

medical students to evaluate undergraduate training curriculum. 1–8. https://doi.org/10.1099/acmi.0.000638.v4
15. Sharma, G., Paudel, S., Chalise, A., & Sapkota, B. (2025). Knowledge , Attitude , and Practice on Antibiotic Use and Resistance Among Undergraduates , Pokhara Metropolitan , Nepal. 2025.
16. The FAO-OIE-WHO Collaboration (2017). https://openknowledge.fao.org/items/d98cfa03-ce91-48a4-9606-d25f592afd9e
17. Učni načrt Biologija (2008). https://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2018/programi/media/pdf/ucni_nacrti/UN_BIOLOGIJA_gimn.pdf
18. Velazquez-Meza, M. E., & Galarde-lópez, M. (2022). Antimicrobial resistance : One Health approach. 15. https://www.veterinaryworld.org/Vol.15/March-2022/27.pdf
19. WHO (2015). Global Action Plan on Antimicrobial Resistance. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, ISBN 978 92 4 150976 3.
20. WHO (2019). Monitoring and evaluation of the global action plan on antimicrobial resistance: framework and recommended indicators.World Health Organization (WHO), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and World Organisation for Animal Health (OIE), ISBN 978-92-4-151566-5.
21. WHO (2022). Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report 2022. ISBN 978-92-4-006270-2.

NAČIN KORIŠĆENJA SEKUNDARNIH RATARSKIH PROIZVODA

USAGE OF SECONDARY CROP PRODUCTS

Stručni rad / Professional paper

Mihajlo Ilić, student*

Dejana Golić, master inženjer poljoprovrede*

Sažetak

Termin ratarski, i uopšte sporedni biljni proizvodi podrazumijeva, u prvom redu žetvene ostatke, ali i sve ostatke koji preostaju poslije primarne prerade glavnih proizvoda. Sporedni ratarski proizvodi su podjeljeni u grupe prema načinu izdvajanja. Tokom berbe (žetve), pored glavnog proizvoda, ostaje velika biomasa žetvenih ostataka čiji je udio u ukupnom prinosu od 20%, do preko 60%. Drugu grupu sporednih proizvoda čine ostaci poslije pripreme glavnog proizvoda za čuvanje ili za dalju industrijsku preradu. Ovi biljni ostaci skupljaju se posle dorade suvih plodova za odlaganje u skladište, kao i tokom pripreme sočnih produktivnih organa korjenasto- krtolastih i povrtarskih biljaka za iznošenje na tržište, zatim za čuvanje ili za industrijsku preradu. Treću grupu sporednih proizvoda čine ostaci poslije finalne prerade u prehrambenoj, farmaceutskoj, tekstilnoj, hemijskoj, kozmetičkoj i građevinskoj industriji i u industriji za proizvodnju biogoriva. Pored žetvenih ostataka, koji predstavljaju najveću masu sporednih proizvoda u ratarskoj proizvodnji, ostaju značajne količine otpadaka u procesu korišćenja glavnih proizvoda na gazdinstvu za pripremu hrane za ljude i domaće životinje, zatim u prehrambenoj, farmaceutskoj, kozmetičkoj i hemijskoj industriji. Značajan dio ovih sporednih proizvoda upotrebljava se u daljoj industrijskoj preradi za dobijanje brojnih hemijskih supstanci, ili se koriste za proizvodnju biogoriva.

***Ključne riječi**: sekundarni ratarski proizvodi, žetveni ostaci, zemljište, biogoriva.*

Abstract

The term “crop products,” and more broadly “secondary plant products,” primarily refers to harvest residues but also includes all leftovers remaining after the

*Poljoprivredni fakultet, Univerzitet „BIJELJINA“ Bijeljina, e-mail: lovemebehappy1@gmail.com
*Poljoprivredni fakultet, Univerzitet „BIJELJINA“ Bijeljina, e-mail: dejanag97@yahoo.com

primary processing of main products. Secondary crop products are categorized based on their mode of separation. During harvest, alongside the main product, a large biomass of harvest residues remains, accounting for 20% to over 60% of the total yield. The second group of secondary products consists of residues left after preparing the main product for storage or further industrial processing. These plant residues are collected after processing dry fruits for storage, as well as during the preparation of succulent productive organs of root-tuber and vegetable plants for market delivery, storage, or industrial processing. The third group includes residues remaining after final processing in the food, pharmaceutical, textile, chemical, cosmetic, construction, and biofuel production industries. Besides harvest residues, which represent the largest mass of secondary products in crop production, significant amounts of waste remain during the use of main products on farms for preparing food for humans and livestock, as well as in the food, pharmaceutical, cosmetic, and chemical industries. A considerable portion of these secondary products is used for further industrial processing to obtain numerous chemical substances or for biofuel production.

***Keywords**: secondary crop products, harvest residues, soil, biofuels.*

1. UVOD

Sekundarni ratarski proizvodi, u zavisnosti od biljne vrste, količine i kvaliteta, mogu se koristiti na različite načine. Kroz istoriju su se uglavnom upotrebljavali kao voluminozna stočna hrana za preživare, prostirka u štalama ili kao izvor energije u domaćinstvu.Danas, s razvojem biljne proizvodnje, njihova primjena postaje sve raznovrsnija. Ostaci nakon žetve, poput slame, pleve i kukuruzovine, koriste se za pravljenje komposta kao zamjene za stajnjak, ali i u građevinarstvu – za izradu opeke, oblaganje zidova i pokrivanje objekata. Slama se koristi i kao supstrat za uzgoj gljiva. Stajnjak, koji se dobija miješanjem žetvenih ostataka i životinjskog izmeta, poboljšava plodnost zemljišta kada se zaore.S razvojem industrije, ovi proizvodi postaju sirovina u proizvodnji papira, ali i u hemijskoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. U novije vrijeme, sve češće se koriste za proizvodnju biogoriva – čvrstih, tečnih i gasovitih – pri čemu se ponekad koriste i glavni proizvodi poput zrna žita, mahunarki i uljarica.
Dugotrajnom i sve većom upotrebom glavnih proizvoda u energetske svrhe, u svijetu će se postepeno smanjivati količine hrane neophodne za sve brojnije stanovništvo. Zato je neophodno usavršavati industrijske pogone koji bi za proizvodnju biogoriva koristili nehranljivi dio biljaka, odnosno žetvene ostatke ratarskih (i ostalih) usjeva i zasada. Farmeri u sekundarnim proizvodima,

posebno u žetvenim ostacima na polju vide najbolji način povećavanja prirodne plodnosti zemljišta, stoga se preporučuje da se oni zaoravaju. Također, žetveni ostaci (slama, kukuruzovina) su odlična prostirka za domaće životinje, ali i dobra voluminozna stočna hrana, posebno za preživare kojima pruža osećaj sitosti.

Kao prostirka žetveni ostaci, poslužili bi za spravljanje stajnjaka, odličnog organskog hraniva za zemljište. Na taj način povezuju se ratarska i stočarska proizvodnja u jedan ciklus kruženja biogenih elemenata (Glamočlija, 2012b):

zemljište → biljka → prerađeni biljni ostaci → zemljište → biljka

Najneracionalniji način korišćenja žetvenih ostataka bio bi spaljivanje biomase na njivama, što je u mnogim zemljama, i kod nas, zabranjeno. Spaljivanjem organske biomase na njivama ostaće samo male količine mineralnih soli, dok će se organska jedinjenja razgraditi uz utrošak velikih količina kiseonika i ispuštanja ugljen- dioksida i drugih nepoželjnih gasova u atmosferu, što ima nesagledive štetne posljedice na životnu sredinu.

Sekundarni ratarski proizvodi predstavljaju značajan izvor biomase koja se može koristiti za proizvodnju biogoriva, što doprinosi smanjenju emisije štetnih gasova i ispunjavanju obaveza iz Kjoto protokola. Ovi ostaci mogu biti iskoristivi kao stočna hrana – bilo suva, svježa ili silirana – u zavisnosti od vremena i načina žetve.Pored žetvenih ostataka na njivama, sekundarni proizvodi uključuju i ostatke nastale nakon primarne prerade, poput mekinja, ljuski žita (ječam, ovas, riža, pšenica krupnik, sirak, proso, heljda) i ostataka uljanih i tekstilnih biljaka. Nakon industrijske prerade, ostaju vrijedni sporedni proizvodi kao što su uljane pogače (od suncokreta, soje, repice), rezanci šećerne repe, pivarski trop, koji se koriste za izradu koncentrovane stočne hrane zbog svoje visoke nutritivne vrijednosti.Neki sekundarni proizvodi koriste se i u ishrani ljudi – poput meda, osušenih rezanaca repe i uljanih pogača sezama, maka, soje i arašida, koji se dodaju prehrambenim proizvodima. Slama raži služi u sazrijevanju sira i uzgoju gljiva, dok listovi i cvjetovi određenih biljaka sadrže ljekovite tvari.Sekundarni proizvodi bogati su mineralima, ugljenim hidratima (celulozom i ligninom), te se koriste kao sirovina u raznim industrijama. U građevinarstvu, pleva i slama su još u davnini korišćeni za izradu opeka i kao materijal za pokrivanje i oblaganje objekata. U prošlosti su suhi biljni ostaci korišćeni i za izradu igračaka i ukrasnih predmeta.Savremena proizvodnja gljiva oslanja se na kvalitetne supstrate od čvrstih žetvenih ostataka, najčešće uz dodatak konjskog stajnjaka bogatog pšeničnom slamom. Slama se takođe koristi kao prostirka za stoku, jer je dobra za upijanje i kasnije se koristi kao stajnjak. Pokrivanje međuredova u usjevima i zasadima slojem

suvih biljnih ostataka poboljšava uslove za rast biljaka. Ako se otpad organskog porijekla ne može iskoristiti za ishranu stoke ili kao gorivo, najkorisnije je iskoristiti ga za kompost.Za proizvodnju glistenjaka (humusa koji nastaje uz pomoć glista), mogu se koristiti svi sekundarni biljni ostaci koji nemaju suviše kiselu reakciju. Glistenjak se primjenjuje za poboljšanje plodnosti zemljišta, najčešće u voćarstvu, povrtlarstvu, kao i za ukrasne i ljekovite biljke, i na otvorenom i u zatvorenim prostorima (Ikanović i sar., 2019).

2. SEKUNDARNI PROIZVODI ULjANIH BILjAKA

Grupi uljanih biljaka pripada veliki broj jednogodišnjih i višegodišnjih vrsta kojima je zajednička osobina da u plodovima ili sjemenu imaju veće količine jestivih, etarskih ili nejestivih ulja koja se odgovarajućim tehnološkim postupcima mogu izdvajati iz zrna.
Uljane biljake koje se gaje u najvažnijim poljoprivrednim područjima Bosne i Hercegovine i Srbije:

1. *Helianthus annuus cultus* Wenzl. - suncokret,
2. *Brassica sp.* L. (sa nekoliko vrsta) - uljane repice i slačice,
3. *Cucurbita pepo* L. *var. styriaca* - uljana tikva golica,
4. *Papaver somniferum* L. - mak,
5. *Carthamus tinctorius* L. - šafranjika,
6. *Ricinus comunnis* L. - ricinus,
7. *Sesamum indicum* L. - sezam,
8. *Camelina sativa* Cr. - lanik i druge.

Navedene biljne vrste pripadaju različitim botaničkim porodicama pa se razlikuju po morfološkim osobinama, načinu gajenja, berbi i korišćenju glavnog i sporednih proizvoda.

2.1. Suncokret (Helianthus annuus cultus)

Suncokret pripada grupi najvažnijih uljanih biljaka umjerenog klimatskog podneblja Evrope, Azije i Južne Amerike. Dva vijeka je gajen kao ukrasna biljka i radi zrna koje je služilo za ishranu živine. Prvo ulje iz suncokreta ekstrahovano je u Rusiji tek u 18. vijeku, nakon čega su, zahvaljujući selekciji, razvijeni genotipovi pogodni za komercijalnu proizvodnju jestivog ulja.
U Srbiji se posljednjih deset godina značajno povećavaju površine pod suncokretom, a najviše ih je bilo 2017. godine – čak 222.520 hektara. Prosječni prinosi zrna su iznad svjetskog prosjeka. Osim zrna, na njivama poslije berbe ostaju velike količine sekundarnih proizvoda, koji se danas najčešće koriste za zaoravanje. Najveći dio tih ostataka čine izlomljena stabla suncokreta. Takođe,

glavice koje ostaju nakon rada kombajna mogu se ručno sakupiti. Prije ekstrakcije ulja, iz plodova (ahenija) se odvaja perikarp, a taj ostatak poznat je kao ljuska suncokreta. Nakon izdvajanja ulja, dobija se suncokretova sačma, koja se koristi u obliku rinfuznog materijala, peleta ili pogača.
Ljuske i sačma imaju značajnu upotrebnu vrijednost – posebno u ishrani stoke i kao sirovina za energetsku i industrijsku upotrebu.
Nakon jednofazne berbe suncokreta kombajnom, na njivi ostaje 3,5 do 4,5 tona po hektaru suve biomase – isjeckanih stabala, listova i ovršenih glavica. Ta biomasa sadrži oko 76% suve materije, sa značajnim udjelom celuloze (50%), lignina (16%), mineralnih soli (8–9%) i proteina (oko 6%).
Ako usjev pred berbu nije bio tretiran hemijskim sredstvima (fungicidi, insekticidi, defolijanti), ovi žetveni ostaci mogu se koristiti kao kabasta stočna hrana. Preživari mogu iskoristiti i do 45% hranljivih materija iz tih ostataka (Drena Gadžo i sar., 2017). Za dalju upotrebu, žetveni ostaci se mogu ručnom berbom (glavice) ili baliranjem kompletne nadzemne mase prikupiti i koristiti na različite načine:

- U ishrani stoke, naročito preživara, ako se obogate dodatkom žitarica, stočne sačme ili mineralnih dodataka;
- Za energente – biomasa se može prerađivati u biogorivo, spaljivanjem bala ili peleta u kotlovima.

Na farmi, ostaci se mogu koristiti za kompost, malčiranje ili zaoravanje. Posebno su ovršene glavice nutritivno vrijedne – njihova svarljivost je iznad 63%, što ih čini dobrom zamjenom u obrocima sa visokim udjelom kabaste hrane. One sadrže i korisne supstance poput pektina, koji se koristi kao zgušnjivač u prehrani (džemovi, želei) i stabilizator u farmaciji. Zrno suncokreta je botanički gledano jednosjemeni plod – ahenija, obavijen čvrstim zaštitnim omotačem – perikarpom. Kod uljanih sorti, perikarp čini oko 20% mase ploda, dok kod krupnosemenih sorti za ishranu i do 40%. Prije industrijske prerade, sirova zrna se čiste pomoću trijera, a otpaci dobijeni tim procesom imaju visoku hranljivu vrijednost. Ako su zdravstveno ispravni, mogu se koristiti u ishrani domaćih životinja, s obzirom da sadrže oko 90% suve materije (Ninković, 2013).
Nakon čišćenja, zrno se ljušti u ljuštilicama, gdje se uklanja perikarp. Oljušteno jezgro se koristi u kulinarstvu kao proteinski dodatak ili kao snek. Ljuske koje ostaju poslije ljuštenja su lake, ali glomazne, pa su nepraktične za dalji transport – najefikasnije ih je iskoristiti lokalno. Pored stočne ishrane, ljuske suncokreta mogu se koristiti za proizvodnju toplotne energije, posebno u uljarama. Da bi bile pogodnije za korišćenje u kotlovima, često se prešaju u

pelete. Poslije cijeđenja jestivog ili tehničkog ulja ostaje suncokretova (uljana) sačma, najvažniji sporedni proizvod ove biljne vrste. Ona može biti u rastresitom stanju ili presovana u uljane pogače različitog oblika (najčešće cilindričnog) i veličine. Sačma, preostala poslije cijeđenja jestivog ulja koristi se kao visokoproteinska komponenta za spravljanje koncentrovane stočne hrane (Drena Gadžo i sar., 2017). Zrno može biti neljušćeno, zatim djelimično ili potpuno oljušteno, tako da učešće pojedinih hranljivih komponenti u sačmi pokazuje značajna variranja.

Tabela 1. Sadržaj hranljivih komponenti u zrnu suncokreta

Hranljive komponente	**Neljušteno zrno**	**Delimično ljušteno**	**Ljušteno zrno**
Procenat suve supstance	90	90	90
Ukupni proteini	28,0	34,0	41,0
Ukupna ulja	1,5	0,8	0,5
Ukupne celuloze	24,0	21,0	14,0
Mineralne soli	6,2	5,9	5,9
Kalcijum	0,36	0,35	0,34
Fosfor	0,97	0,95	1,30
Kalijum	1,07	1,07	1,07
Magnezijum	0,80	0,79	0,79

Ikanović i sar., 2012.

U ukupnoj svjetskoj proizvodnji, koja je oko 14 miliona tona, suncokretova sačma je na četvrtom mjestu poslije sačme soje, uljanih repica i pamuka.
Suncokretova sačma je vrijedan proteinski dodatak u ishrani gotovo svih vrsta domaćih životinja. Prije skladištenja, svježa sačma se mora osušiti na odgovarajuću vlažnost, a za dugoročno čuvanje može se usitniti, samljeti, peletirati ili oblikovati u pogače uz dodatak veziva poput masnoće ili melase.
Za razliku od sačmi repice, soje i pamuka, suncokretova sačma ne sadrži antihranljive supstance, pa nije potrebna dodatna termička obrada, ako je proizvod zdravstveno ispravan. Posebno je pogodna za mliječna grla i tovnu junad, naročito kad nedostaje kvalitetna kabasta hrana. Takođe se koristi u ishrani ovaca, gdje doprinosi povećanju mliječne masti.
U ishrani svinja je manje pogodna zbog veće količine celuloze i manjka lizina, triptofana i treonina, dok se u ishrani živine koristi ograničeno – najviše kod koka nosilja, ali ne preporučuje se za tov brojlera i ćurića. Po ukupnoj proizvodnji tehničkog ulja suncokret se nalazi na četvrtom mjestu u svijetu.

Poslije ekstrakcije toplim postupkom, iz zrna se dobije tehničko ulje koje se koristi kao biogorivo i ostaju značajne količine uljane sačme.
Suncokret cvjeta u julu, a to je period godine kad ima malo drugih cvjetova u polju. Svrstan je u grupu najvažnijih medonosnih biljaka glavne pčelinje paše. U povoljnim vremenskim uslovima u periodu cvjetanja biljaka, koji traje 10- 20 dana, pčele sa jednog hektara mogu proizvesti 50- 80 kg meda, kao sekundarnog proizvoda. Za razliku od većine medonosnih biljaka polen suncokreta je siromašan proteinima (oko 15%) tako da je med osrednjeg kvaliteta (Stojanović i sar., 2013), ali je cijenjen zbog blagog ukusa i prijatne boje.
U farmaceutskoj industriji vitamin E i selen, dobijeni iz ulja suncokreta, koriste se za proizvodnju lijekova protiv malignih tumora i kardiovaskularnih bolesti. Poslije korišćenja sekundarnih proizvoda suncokreta za dobijanje biogoriva preostala biomasa može poslužiti kao organo- mineralno hranivo za zemljište.

2.2. Uljane repice (fam. Brassicaceae)

U porodici kupusnjača (fam. *Brassicaceae*) ima veliki broj vrsta koje se gaje radi vegetativnih (zadebljali korjenovi, nadzemna biomasa i sočni listovi) ili generativnih organa (sjeme, zrno) u kojima se nalaze ulja.
Najpoznatije vrste, koje se gaje radi zrna radi izdvajanja jestivog, etarskog ili tehničkog ulja su:

- uljana repica (Brassica napus ssp. oleifera Sinsk),
- ogrštica (Brassica campestris ssp. oleifera Sinsk),
- bela slačica (Brassica hirta (Sinapis alba) (Rabenh.) Moench),
- crna slačica (Brassica nigra (Sinapis nigra) (Koch.) L.),
- sareptska gorušica (Brassica juncea (L.) Czern.) i
- lanik (Camelina sativa Cr.).

Nakon berbe uljanih biljaka, na njivama ostaju suva stabla i ostaci ljuski, koji se mogu iskoristiti kao stočna hrana, prostirka za malčiranje, za kompostiranje ili kao sirovina za biogorivo. Najvažniji sekundarni proizvod je uljana sačma, koja ostaje nakon ekstrakcije ulja. Slatke sorte se uzgajaju za dobijanje jestivog i etarskog ulja, dok se gorke sorte koriste za tehničko ulje, koje se dalje prerađuje u biodizel i biomaziva ulja.
Rafinisano ulje, dobijeno presovanjem ili ekstrakcijom organskim rastvaračima, koristi se u prehrambenoj i kozmetičkoj industriji, dok se nerafinisano tehničko ulje koristi za proizvodnju biodizela. Uljana sačma ima visoku nutritivnu i vitaminsku vrijednost, koristi se u ishrani stoke, a u industriji može poslužiti i

kao organsko đubrivo. Takođe, biljni organi u različitim fazama razvoja koriste se u narodnoj medicini i farmaceutskoj industriji zbog svojih ljekovitih svojstava.

Isjeckana i usitnjena slama može se upotrijebiti kao dodatak kabastoj stočnoj hrani za preživare (goveda, ovce i koze), koji će svojim organima za varenje iskoristiti do 40% organske supstance. Isjeckana i peletirana slama je veoma podesna kao prostirka za konje, ali i ostale domaće i gajene životinje (krave, svinje, živinu i kućne ljubimce) jer je lagana, bez prašine, odlično upija tečnosti i gasove i lako se skuplja i izbacuje iz stočarskog objekta.

Žetveni ostaci, kao i ostaci poslije izdvajanja etanola mogu se upotrijebiti za spravljanje komposta i supstrata za gajenje gljiva. Žetveni ostaci mogu se upotrijebiti i kao biomasa za zaoravanje. U zavisnosti od načina cijeđenja ulja sekundarni proizvodi mogu biti praškasti (repičina sačma) ili u komadićima različitog oblika (repičine pogače). Sačma i pogače sorti slatkih repica, ogrštica i lanika, iz čijeg se zrna dobija jestivo ulje, podesne su za ishranu domaćih životinja jer ne sadrže antihranljive supstance (Milošević i sar., 2005).

Tabela 2. Sadržaj hranljivih supstanci u sačmi repice (00 sorta), zavisno od načina cijeđenja ulja

Hranljive supstance	**Način ekstrakcije ulja**	
	Mehanička	**Pomoću rastvarača**
Suva supstanca	90%	88%
Ukupni proteini	35%	38%
Ukupne celuloze	13%	14%
Lignin	9%	10%
Ukupna ulja	9%	3%
Mineralne soli	7%	8%
Kalcijum, g/kg S.S.	8	8,5
Fosfor, g/kg S.S.	12	13
Kalijum, g/kg S.S.	12,5	14
Natrijum, g/kg S.S	0,1	0,1
Železo, mg/kg S.S.	73	192
Glukozinolati, µmol/g S.S.	15,33	11,66
Svarljivost O. S. preživari	77,6%	76,5%

Čurović, 2023.

Sačma uljanih repica, po hranljivoj vrijednosti slična je suncokretovoj i koristi se u ishrani domaćih životinja kao važna komponenta koncentrovane

proteinske hrane. Prije upotrebe sačme treba utvrditi količinu otrovnih i antihranljivih supstanci, a to su erukinska masna kiselina i glukozinolati. Ova jedinjenja uslovljavaju fiziološke poremećaje u radu jetre, bubrega, štitne žlijezde i utiču na ukupan porast tjelesne mase životinja.
Sačma svih vrsta uljanih repica najviše se koristi u ishrani goveda. Ove domaće životinje najbolje mogu iskoristiti proteine i celulozna jedinjenja iz sačme tako da je ona odličan izvor bjelančevina i energije.

2.3. Lanik (Camelina sativa)

Vrsta *Camelina sativa* Cr. porijeklom je iz centralne i istočne Evrope i pripada grupi veoma starih gajenih biljaka.
Najvažniji sporedni proizvod lanika je sačma koja preostaje poslije ekstrahovanja ulja iz zrna. Kao i kod svih biljaka krstašica sačma ima štetne i antihranljive supstance, koje ograničavaju njenu upotrebu u ishrani domaćih i gajenih životinja.
Sačma lanika ima oko 90% suve supstance u kojoj se nalazi 36% ukupnih proteina, 12% svarljivih celuloza, 16% ulja, 6% lignina, 7% mineralnih soli, od kojih je najviše kalijuma (13 g/kg). Visoka je hranljiva i energetska vrijednost i povoljan odnos mineralnih soli ove sačme što je čini važnom komponentom koncentrovane hrane za preživare. Repice, posebno ozime sorte, rano u proljeće cvjetaju i one su najranija proljećna paša za pčele. Med je kremast i bogat polenom tako da se brzo kristališe. Zahvaljujući velikoj količini vitamina i mineralnih soli, lako se vari povoljno djelujući na organe za disanje i na jetru.
Med, koji proizvedu pčele skupljajući nektar sa cvjetova lanika je visokog kvaliteta i zdravstveno bezbjedan jer se tokom gajenja biljaka ne primjenjuju hemijske mjere zaštite usjeva.
Ukoliko se zrno koristi u prehrambenoj industriji kao hranljivi dodatak polugotovim i gotovim jelima, prethodno se propušta kroz trijer da bi se izdvojila sitna i polomljena zrna, a potom se odvaja sjemenjača. Ovi otpaci mogu se iskoristiti kao dodatak stočnoj hrani ili za proizvodnju komposta.

2.4. Uljane tikve (fam. Cucurbitaceae)

Tikve pripadaju porodici *Cucurbitaceae* koja ima veći broj rodova. Uljana tikva i njoj srodne vrste pripadaju rodu *Cucurbita* sa velikim brojem vrsta, podvrsta i varijeteta. Površine pod tikvama u Srbiji nisu statistički registrovane, iako se one u pojedinim predjelima gaje i na većim površinama. Najrazvijenija komercijalna proizvodnja je u Banatu.
Iz roda *Cucurbita* u Srbiji se najviše gaje sledeće tri ratarsko- povrtarske vrste:

1. *Cucurbita pepo L*- stočna tikva,
2. *Cucurbita maxima Duch. Ex Lam*- bundeva pečenka, i
3. *Cucurbita moschata Duch. Et Poir*- muskatna tikva.

Tikve pripadaju grupi stranooplodnih biljaka, tako da je prirodnim ukrštanjem stvoren veliki broj različitih varijeteta i formi. Pored bundeve pečenke i povrtarskih tikvica, danas se sve više gaje i dva varijeteta stočne tikve. To su:

1. *Cucurbita pepo L var. pepo* - obična stočna tikva, i
2. *Cucurbita pepo L. var. styriaca* - uljana tikva golica.

Ove biljke su, u cjelini, veoma interesantne za gajenje jer daju veliku biomasu koja se može potpuno iskoristiti. Glavni proizvod muskatne i stočne tikve, kao i bundeve je plod, a u uljane tikve sjeme (zrno). Sekundarni proizvodi su žetveni ostaci (vrežasta stabla sa listovima i nedozrelim plodovima), zatim ostaci ploda poslije vađenja sjemena, ljušćenja zrna i cijeđenja ulja. Plodovi tikava mogu se brati ručno ili mašinski, zavisno od veličine njive i načina daljeg korišćenja.
Nakon ručne berbe plodova tikve, na njivi ostaje 4-6 tona nadzemne biomase, koja sadrži oko 14% suve supstance. Ova biomasa sadrži 20% proteina, 19% svarljive celuloze i 32% mineralnih soli. Postoji nekoliko načina za upotrebu ove biomase u ishrani domaćih životinja:

- Ispasivanje: nakon berbe, domaće životinje mogu se pustiti na njivu u slobodnu ispašu, gdje će konzumirati ostatke biljke.
- Silaža: nadzemna biomasa može se skupiti i koristiti za spravljanje silaže, što je korisno za zimu.
- Zaoravanje: ako se žetveni ostaci ne koriste u ishrani, trebalo bi ih brzo zaorati kako bi se obogatilo zemljište i izbegla potencijalna kontaminacija.

Nakon mašinske berbe, ostaju i razbijeni plodovi tikve iz kojih je izdvojeno sjeme. Ovi ostaci, koji sadrže meso plodova, mogu se koristiti kao hrana za domaće životinje. Meso tikve se takođe može koristiti za preživare, svinje i kuniće, ali treba ga brzo iskoristiti jer se lako kvari. Ako postoji prekomerna količina plodova, oni se mogu koristiti za silažu ili proizvodnju komposta.Zrno tikve se ispira u nekoliko voda, a zatim se suši do 8% vlažnosti. Zrno koje se koristi za prehrambenu industriju mora biti ljušteno, a ukoliko se koristi za silažu ili stočnu hranu, može se upotrijebiti i sa čvrstim omotačem.Ljuske tikve se rijetko koriste kao stočna hrana jer sadrže samo 22% organske supstance koja je iskoristiva u probavnom sistemu preživara. Međutim, ljuske se mogu koristiti za proizvodnju dijetalnih suplementa. Ulja tikve (posebno tikve golice)

koriste se za vađenje jestivog ulja, dok se preostala sačma može koristiti kao stočna hrana, jer ima sadržaj proteina sličan sojinim sačmama i manji sadržaj celuloze. Brašno tikve, koje nastaje od ostataka nakon ekstrakcije ulja, sadrži 49% proteina, 13,4 mg željeza na 100 g, i fosforne soli, što ga čini izuzetno hranljivim za upotrebu u pekarskoj industriji, gde se dodaje pekarskim proizvodima.

Tabela 3. Prosječan hemijski sastav pogača uljane tikve golice, %

Hranljive supstance	**Način ekstrakcije ulja**	
	Pomoću rastvarača	**Mehanička ekstrakcija**
Suva supstanca	92	88
Ukupni proteini	60	63
Celuloza	5,4	5,7
Ulja	1,3	13
Mineralne soli	8,5	9,0

Ikanović i sar., 2012.

2.5. Mak (Papaver somniferum)

Mak je predstavnik porodice *Papaveraceae*, roda *Papaver*. Da bi se spriječila zloupotreba opijuma i korišćenje van zvanične farmaceutske industrije Ženevskom konvencijom 1925. godine zabranjena je proizvodnja opijumskog maka izvan kontrole. Sekundarni proizvodi maka su žetveni ostaci i ostaci čaura, ako se mak bere ručno. Poslije ekstrakcije ulja ostaju uljane pogače, koje su najvažniji sporedni proizvod maka. Nakon berbe maka, na njivama ostaje suva biomasa žetvenih ostataka, koja se može koristiti na više načina. Prvi korak u njihovoj daljoj preradi je skupljanje i baliranje presama visokog pritiska u četvrtaste ili valjkaste bale. Iako je prvobitno tretirana kao sporedni proizvod, sa razvojem tehnologije 1927. godine i otkrićem metoda za dobijanje morfijuma iz nadzemne biomase maka, žetveni ostaci su postali važan izvor za proizvodnju morfijuma, koji se koristi u farmaceutskoj industriji, ali i za ilegalnu proizvodnju narkotika poput heroina.

Biomasa koja sadrži više od 0,5% morfijuma može se koristiti za dobijanje alkaloida u farmaceutskoj industriji, dok sjeme maka ne sadrži halucinogene supstance kada se očisti. U mnogim zemljama, žetveni ostaci maka se koriste za sagorevanje u kotlovskim postrojenjima radi dobijanja toplotne energije. Zaoravanje žetvenih ostataka odmah nakon berbe je efikasan način, jer

obogaćuje zemljište kalijumom i fosforom, a istovremeno sprečava ilegalnu zloupotrebu biomase.
Zrno maka se pretežno koristi u pekarskoj i poslastičarskoj industriji, jer je izuzetno energetski i nutritivno vredno. Zrno sadrži 33-40% ulja, koje je bogato nezasićenim masnim kiselinama, posebno omega-3 (linolenskom) i omega-6 (linolnom).
Uljana sačma i pogače koje nastaju nakon ekstrakcije ulja sadrže 30-40% proteina i postaju vredna stočna hrana. Sačma, koja ostaje nakon ekstrakcije rastvaračima, sadrži 0,8-1,5% ulja, dok pogače sadrže 5-13% ulja. Zbog manjeg postotka ostataka nakon vađenja ulja u odnosu na druge uljane biljke, količine makove sačme koje se koriste u stočnoj ishrani su daleko manje, ali su i dalje korisne u prehrambenoj industriji.

2.6. Šafranjika (Carthamus tinctorius)

Ova biljna vrsta, kao i suncokret pripada porodici glavočika (*Asteraceae*), rodu *Carthamus*. Gajena vrsta dobijena je oplemenjivanjem samoniklih biljaka koje rastu u spontanoj flori od mediteranskog područja, do crnomorskog primorja i Zakavkazja.
Najveće površine su u Rusiji, zatim u Kazahstanu, Indiji, Argentini i Meksiku. Kod nas šafranjika raste samoniklo na nepoljoprivrednim površinama dok se gaji na malim površinama, pretežno na okućnicama radi cvjetova koji se, osušeni koriste kao začin i zrna za ishranu kaveznih ptica.
Veoma je teško odgovoriti na pitanje šta su glavni, a šta sporedni proizvodi ove uljane, krmne, ljekovite i dekorativne biljne vrste.

Tabela 4. Načini korišćenja šafranjike

Biljni organ	**Proizvod**	**Korišćenje**
Plodovi, zrna	Kvalitetno jestivo ulje	Snižava holesterol u krvi
	Tehničko ulje	U građevinarstvu, u kozmetici, kao biodizel
	Uljana sačma	Koncentrovana stočna hrana, u hemijskoj industriji
	Ljuske	Izrada opeka, smješa za cvijeće
Cvjetovi (cvasti)	Med kao suncokretov	Pčelinja paša tokom ljeta
	Prirodna boja za hranu i kozmetiku	Dekorisanje hrane žutom ili narandžastom bojom

	Boje za druge potrebe	Bojenje pamučnih predmeta
	Farmaceutska industrija	Vitamini, soli i aminokiseline ekstrakta koriste se za lijekove analgetike, za srce i kao tonik
Stabla	Mlada, sočna stabla	Odlična biomasa za ispašu
	Suva stabla žetvenih ostataka	Kabasta stočna hrana, proizvodnja biogoriva, za kompostiranje ili zaoravanje

Burčul, 2012.

Poslije berbe zrna šafranjike ostaje značajna količina nadzemne biomase (4-6 t/ha). Žetveni ostaci poslije mašinske berbe nisu krti i lako se mogu skupiti i balirati i dalje koristiti kao čvrsto biogorivo ili kao kabasta stočna hrana. Prije upotrebe u ishrani domaćih životinja preživara može se tretirati aditivima, kao i slama žita, a potom koristiti kao dio kabastog obroka za goveda. Žetveni ostaci se mogu upotrebiti kao sirovina u procesu proizvodnje biogoriva jer imaju veliko učešće ugljenih hidrata podesnih za sagorijevanje u kotlovskim postrojenjima i za dobijanje bio- etanola. Prije upotrebe za ekstrakciju jestivog ulja, zrna se oslobađaju svih oblika nečistoća i potom ljušte, slično kao i zrna suncokreta.

Ostaci, koji se nazivaju ljuske, mogu poslužiti u mnogim industrijskim granama, na primjer:

- u građevinarstvu se koriste kao dodatak pri izradi svijetlih opeka i keramičkih pločica,
- u proizvodnji grubog papira, kartona,
- kao punilo u izolacionim materijalima, samljevena biomasa koja se stavlja u supstrate za gajenje biljaka u saksijama i u hidroponskoj proizvodnji,
- materijal za izolaciju u metalnoj industriji,
- za struganje, poliranje i čišćenje metalnih površina,
- za pakovanje lako lomljivog materijala,
- čvrsto gorivo koje se lako pali, ostavlja malo pepela i služi za potpaljivanje vatre u pećima (kaminima),
- sirovina za dobijanje biljnog uglja, i tako dalje.

U ishrani domaćih životinja ljuske se rijetko koriste, jer imaju malu hranljivu vrijednost i visok sadržaj nesvarljivih jedinjenja. Međutim, ljuske su podesne za spravljanje komposta ili se mogu vratiti na njivu i zaorati.
Zrna koja se koriste za ekstrakciju ulja mogu biti neoljuštena ili oljuštena. Cijela zrna, kao i, prethodno oljuštena zrna koriste se za dobijanje jestivog ulja postupkom hladnog presovanja ili pomoću rastvarača. Uljana sačma i pogače od cijelog zrna imaju manju hranljivu vrijednost, jer sadrže značajne količine nesvarljivih ugljenih hidrata (oko 50%) i proteina do 25%. Uljana sačma, koja preostaje poslije ekstrakcije ulja iz oljuštenih zrna, ima daleko veću hranljivu vrijednost, jer sadrži oko 50% ukupnih proteina i mali procenat nesvarljivih celuloza.
Sačma se koristi u daljoj industrijskoj preradi, za dobijanje biogoriva, zatim boja, lakova i različitih hemijskih jedinjenja.
Ova vrsta, predstavnik porodice glavočika (*Asteraceae*) je izrazito stranooplodna, entomofilna biljka koja cvjeta dugo tokom ljetnjeg perioda i dobra je pčelinja paša.
Polen je bogat mnogim hranljivim supstancama koje se koriste u prehrambenoj industriji za spremanje funkcionalne hrane. Cvjetovi služe sa spremanje ukusnih čajeva i bezalkoholnih pića, a osušene latice se koriste kao začin sličan šafranovom.
Danas se industrijski iz cvjetova izdvaja kartamin, prirodna boja koja se koristi za bojenje jela. Pomešan sa kredom kartamin se koristi za proizvodnju kozmetičkih preparata. Kao sredstvo narodne medicine pojedini biljni organi su odavnina upotrebljavani kao sredstvo koje smanjuje visok pritisak i povećava protok krvi sprečavajući srčana oboljenja.

2.7. Ricinus (Ricinus communis)

Ova uljana biljka poreklom je iz Afrike gde je gajena prije 6 000 godina radi zrna bogatog uljem koje se koristilo za osvjetljenje i u ljekovite svrhe.
U Srbiji je ricinus gajen sredinom 20. veka, najviše u Banatu gdje je radila i fabrika za ekstrakciju ulja. U današnje vrijeme nema komercijalne proizvodnje, iako se gaji po okućnicama najviše kao dekorativna biljka. Stručni naziv ricinusa je *Ricinus communis L.* To je jednogodišnja vrsta iz porodice mlečika (*Euphorbiaceae*).
Značajno je naglasiti da je cijela biljka vrlo otrovna, čak i zrna iz kojih se dobija ulje. Međutim, ulje nije otrovno, jer su otrovne supstance nerastvorljive u uljima tako da poslije cijeđenja ostaju u uljanoj sačmi. Nakon berbe ricinusa, na njivi ostaje biomasa koju čine izlomljena stabla, cvjetne grane, listovi i ljuske plodova. Žetvene ostatke treba brzo zaorati jer sadrže potencijalno otrovne

supstance, ali se lako razgrađuju i povećavaju sadržaj organske materije u zemljištu, slično kao stajnjak. Odrvenjela stabla mogu se koristiti kao sirovina za ivericu, kao ogrjev, a pepeo kao mineralno hranivo. Nakon ručne berbe, zrna se nalaze u čauri obavijenoj perikarpom (oko 30% ukupne biomase), a izdvajanjem zrna upravlja se ljuštilicama. Ljuske, koje sadrže otrovne supstance, koriste se za ogrjev ili se zaoravaju. Iz njih se izdvajaju hemijska jedinjenja korisna u biopesticidima.
Ulje se ekstrahuje pomoću rastvarača ili presovanjem (toplim i hladnim). Uljane pogače dobijene toplim presovanjem sadrže hranljive ali i otrovne materije, pa nisu podobne za ishranu životinja.
Sporedni proizvodi nakon hladnog presovanja sadrže oko 30% proteina, 30% celuloze, 1-3% ulja i 7% mineralnih soli. Da bi se koristili kao stočna hrana, moraju se detoksikovati – kuvanjem u vodi tri puta uz sušenje na 70–80°C ili tretmanom u autoklavu. Oslobođene otrova, uljane pogače koriste se u ishrani svinja ili kao sirovina za proizvodnju biljnog kazeina i lijepkova. Zbog dekorativnog izgleda, ricinus se često sadi i kao ukrasna biljka u parkovima i na javnim površinama (Morris et al., 2010).

2.8. Sezam (Sesamum indicum)

Sezam (*Sesamum indicum* L.) je jednogodišnja vrsta, koja pripada porodici *Pedaliaceae*. To je jedna od najstarijih uljanih biljaka porijeklom iz tropskih predjela Afrike. Naziv sezam ovoj biljci dao je istoričar Herodot ističući da se ona gaji u Antičkoj Grčkoj.
Sezam se u Srbiji komercijalno ne gaji, iako postoje vrlo povoljni agroekološki uslovi za proizvodnju.
Glavni proizvod sezama je zrno visoke hranljive vrijednosti, a sporedni su: žetveni ostaci, čaure nakon izdvajanja sjemena i uljana sačma nastala poslije ekstrakcije ulja.
Slama sezama je gruba i drvenasta, pa se prije upotrebe u ishrani stoke mora usitniti i tretirati aditivima. Najčešće se koristi kao dodatak kabastoj hrani za ovce i koze. Osim toga, važna je sirovina u hemijskoj industriji, jer se iz nje dobijaju karboksilne kiseline. Suva stabla mogu se koristiti kao gorivo, a pepeo i ostaci za zaoravanje kao organska biomasa. Cijelo zrno sezama koristi se u pekarskoj i konditorskoj industriji, a ukusnije je i hranljivije kad se prethodno oljušti. Ljuske, koje sadrže i dio izlomljenog zrna, koriste se kao koncentrovana stočna hrana za preživare i živinu. Za dobijanje tehničkog ulja, koristi se neoljušteno zrno putem toplog presovanja. To ulje služi u industriji boja, lakova, kozmetike, kao i za proizvodnju biogoriva, dok se ostaci koriste kao stočna hrana. Zbog visokog sadržaja ulja, treba ih iskoristiti brzo da ne bi užegli.

Sezamova uljana sačma i pogače dobijene iz oljuštenog zrna imaju visoku hranljivu i svarljivu vrijednost i predstavljaju kvalitetnu proteinsku hranu za domaće životinje.

3. ZAKLJUČAK

Osnovni zadatak ratarske proizvodnje je dobijanje visokog prinosa i kvalitetnog glavnog proizvoda, koji može biti plod ili sjeme, odnosno zrno, zatim nadzemna biomasa (stabla ili listovi), zadebljali korijen ili krtola. Pored glavnog proizvoda, poslije berbe na njivi ostaju sporedni proizvodi ili žetveni ostaci.

Svake godine se u poljoprivrednoj proizvodnji, ali i u drugim djelatnostima, na primjer u šumarstvu, u industriji prerade drveta i raznim komunalnim djelatnostima stvore velike količine otpada koji predstavalja organsku biomasu podesnu za korišćenje u energetske svrhe. Prema novijim literaturnim podacima procjene su da u ukupnoj biljnoj proizvodnji Srbije godišnje ostaje preko 15.000.0000 tona ove biomase. Procjena je da će se količine biomase povećavati iz godine u godinu u zavisnosti od podizanja nivoa agrotehničkih mjera, izmjene strukture sjetve, kao i načina korišćenja i dalje prerade poljoprivrednih proizvoda. Pored žetvenih ostataka, koji predstavljaju najveću masu sporednih proizvoda u ratarskoj proizvodnji, ostaju značajne količine otpadaka u procesu korišćenja glavnih proizvoda na gazdinstvu za pripremu hrane za ljude i domaće životinje, zatim u prehrambenoj, farmaceutskoj, kozmetičkoj i hemijskoj industriji.

Značajan dio ovih sporednih proizvoda upotrebljava se u daljoj industrijskoj preradi za dobijanje brojnih hemijskih supstanci, ili se koriste za proizvodnju biogoriva.

LITERATURA

1. Burčul, B. (2012). Najotrovnije biljke i njihovi sekundarni metaboliti. Undergraduate thesis / Završni rad. University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet.
2. Čurović, O. (2023). Uticaj globalnih kriza na proizvodnju i tržište uljanih useva/ The influence of global events in the world on production and market of oil crops. Proizvodnja i prerada uljarica, zbornik radova.
3. Drena Gadžo, D., Đikić, M., Jovović, Z., Mijić, A. (2017). Alternativni ratarski usjevi. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu.
4. Ikanović, J., Popović, M. V., Janković, S., Živanović, Lj., Kolarić, Lj., Lončar, M., Kulić, G., Dražić, N. (2012). Sekundarni proizvodi žita kao energenti. Zbornik naučnih radova. Institut PKB Agroekonomik. Beograd.

5. Janković M. S., Glamočlija, N. Đ., Ikanović, N. J., Rakić, M. S., (2019). Sekundarni ratarski proizvodi, Beograd.
6. Milošević, N., Stanaćev, V., Kovčin, S., Filipović, S., Strugar, V. (2005). Extruded rapeseed meal in the feed of broiler chickens. Biotechnology in Animal Husbandry.
7. Morris, B. J., Li Wang, M., Morse, A. S., (2010). Ricinus. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Dostupno na: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-14871-2_15
8. Ninković, S. (2013). The possibility of development of organic agriculture in Herzegovina. Book of abstracts ii international symposium and xviii scientific conference of agronomists of Republic of Srpska.
9. Stojanović, Ž., Milošević-Đorđević, J., Dominique Barjolle, D. (2013). Stanje i trendovi u potrosnji hrane u zemljama zapadnog balkana. Book of abstracts ii international symposium and XVIII scientific conference of agronomists of Republic of Srpska.

ZNAČAJ I POJAM POKROVNIH USIJEVA

THE IMPORTANCE AND CONCEPT OF COVER CROPS

Stručni rad / Professional paper

***Vladislav Ivanović. student* ***

Dejana Golić, master inženjer poljoprovrede*

Sažetak

Pod izrazom pokrovni usjev se podrazumijeva više različitih mijera održavanja zemljišta pod vegetacijom sa ciljem povećanja i održavanja sadržaja organske materije u zemljištu, poboljšanja fizičkih osobina zemljišta (tekstura, struktura, vodni i vazdušni režim zemljišta, i sl.), akumulacije azota leguminozama, poboljšanja mikrobiološke aktivnosti zemljišta, suzbijanje korova, osnosno uopšteno podizanje plodnosti zemljišta. Održavanja zemljišta pod vegetacijom postiže se sjetvom zimskih pokrovnih usjeva, zelenišno đubrenje ljeti, živi malčevi (međuusijevi), sjetva krmnog bilja iza glavnog usjeva. Termin pokrovni usijev (cover crop) se primjenjuje na usijeve koji rastu da bi spriječili degradaciju ili gubitke u zemljištu i da bi ih direktno ili indirektno poboljšali.

„Catch-crop“ predstavlja usijev koji se gaji u međuvremenu između dva glavna usijeva (raž poslije kukuruza jer sprečva ispiranje nitrata i drugih hraniva) ili usijev koji raste između redova glavnog usijeva (repa u usijevu krompira). Glavni razlog gajenja ovih usijeva jeste pokrivenost zemljišta vegetacijom što je duže moguće čime se postiže povećanje biodiverziteta vrsta, zaštita zemljišta od erozije, korova i drugih oblika uništavanja poljoprivredno proizvodnog zemljišta.

„Green-manure crop“ predstavlja usijev za sideraciju- zelenišno đubrenje. Glavni razlog gajenja ovih usijeva jeste obogaćivanje zemljišta hranivima, priprema zemljišta za višegodišnji usijev ili zasnivanje trajnog zasada, dok se pokrovni usijevi gaje da zaštite zemljište ili smanje zakorovljenost usijeva. Sideracija je jedan od najstarijih načina za održavanje plodnosti zemljišta, starije je i od đubrenja zemljišta stajnjakom.

Ključne riječi*: pokrovni usjev, sideracija, biodiverzitet, zelenišno đubrenje, erozija.*

*Poljoprivredni fakultet, Univerzitet „BIJELJINA“ Bijeljina, e-mail: vladislavivanovic94@gmail.com

*Poljoprivredni fakultet, Univerzitet „BIJELJINA“ Bijeljina, e-mail: dejanag97@yahoo.com

Abstract

The term cover crop refers to various measures of maintaining soil under vegetation with the aim of increasing and preserving soil organic matter, improving soil physical properties (texture, structure, water and air regimes, etc.), nitrogen accumulation by legumes, enhancing soil microbiological activity, weed control, and generally improving soil fertility. Maintaining soil under vegetation is achieved by sowing winter cover crops, green manuring in summer, living mulches (intercrops), and sowing fodder crops after the main crop. The term "cover crop" is applied to crops grown to prevent soil degradation or losses and to improve soil directly or indirectly. A "catch crop" is a crop grown in the interval between two main crops (e.g., rye after maize to prevent nitrate and nutrient leaching) or a crop grown between rows of the main crop (e.g., turnip in a potato crop). The main reason for growing these crops is to keep the soil covered with vegetation as long as possible, thus increasing species biodiversity, protecting soil from erosion, weeds, and other forms of agricultural land degradation. A "green-manure crop" refers to a crop grown for sideration—green manuring. The main purpose of these crops is to enrich the soil with nutrients, prepare the soil for perennial crops or establish permanent plantations, while cover crops are grown to protect soil or reduce weed infestation. Sideration is one of the oldest methods for maintaining soil fertility, older than manure fertilization.

Keywords: *cover crop, sideration, biodiversity, green manuring, erosion.*

1. UVOD

Prema istraživanjima koje su sproveli Dolijanović i saradnici (2012), najniži prinos zrna kukuruza šećerca, kao i najmanji randman zrna, zabilježen je u konvencionalnom sistemu proizvodnje, gdje zemljište tokom jeseni i zime nije bilo pod pokrovnim usjevima. S druge strane, najveći prinos ostvaren je na parcelama koje su u jesen bile prekrivene mrtvim organskim materijalom – slamom. Ipak, na takvom zemljištu, s početkom proljeća i ubrzanim razlaganjem slame, uočena je i veća pojava korova (tabela 1).

Gajenje pokrovnih usjeva, njihovo košenje i ostavljanje biljne mase na površini zemljišta, kao i njeno zaoravanje, predstavlja oblik primjene mrtvog malča, bilo da je riječ o organskom ili neorganskom materijalu. Ozimi pokrovni usijevi ostaju na zemljištu tokom zime i utiču na očuvanje i poboljšanje fizičkih, fizičko-mehaničkih, hemijskih osobina zemljišta, vodno-vazdušnog režima, smanjenje zakorovljenosti, povećanje sadržaja organske materije u zemljištu te na

povećanje prinosa glavnog usijeva gajenog na zemljištu koje je bilo pod ozimim pokrovim usijevom.

Tabela 1. Uticaj sistema gajenja i ispitivanih godina na prinos i randman zrna kukuruza šećerca

Sistem gajenja	Prinos (t ha⁻¹)**				Procenat	
	NBPU		Kukuruz šećerac		Randman zrna	
	2011*	2012*	2011*	2012	2011*	2012
Vicia sativa L.	34,6[a]	33,9[a]	8,84[a]	-	62,58[a]	-
Vicia villosa Roth.	36,8[ab]	35,9[ab]	9,98[b]	-	74,69[b]	-
Pisum sativum ssp. *arvense* L.	40,1[b]	39,7[b]	9,55[a]	-	67,82[ab]	-
Mrtvi malč	-	-	10,00[b]	-	68,09[ab]	-
Konvenc. sistem	-	-	8,09[ab]	-	60,79[abc]	-
Average	**37,2**	**36,5**	**9,29**	**-**	**66,79**	**-**

*P=0.05; Vrednosti sredina označene istim slovima nisu statistički značajno različite;
** NBPU = prinos nadzemne biomaze pokrovnih useva

Izvor: Dolijanović i sar., 2012

Istraživanje na ovu temu sprovedeno je na oglednom dobru Instituta za kukuruz u Zemunu, tokom perioda 2010–2012. godine, a kao predusjev korištena je ozima pšenica. Na osnovu azotofiksacije, utvrđene su potrebne količine hraniva za proizvodnju kukuruza šećerca: 120 kg/ha azota, 90 kg/ha fosfora (P_2O_5) i 60 kg/ha kalijuma (K_2O), a primjena đubriva obavljena je u dva navrata. U jesen, prije sjetve pokrovnih usjeva, dodan je kompletan iznos fosfora i kalijuma putem monokalijum fosfata, te 50 kg/ha azota u vidu amonijum nitrata. Kod dvije kontrolne varijante primijenjeni su isti iznosi P_2O_5 i K_2O, uz 40 kg/ha azota, takođe kao amonijum nitrat.

U proljećnim mjesecima (7. aprila 2011. i 9. aprila 2012. godine), leguminoznim usjevima dodatno je unijeto još 30 kg/ha azota, dok se ostatak od 40 kg/ha očekivao iz prirodne azotofiksacije. Kontrolne varijante dobile su ukupno 80 kg/ha azota u istoj formi (Oljača i Dolijanović, 2013).

Sjetva pokrovnih usjeva obavljena je ručno – 10. oktobra 2010. i 14. oktobra 2011. godine. Košenje i procjena nadzemne biomase izvedeni su 7 do 10 dana prije presađivanja kukuruza šećerca, koje je obavljeno 26. maja 2011. i 21. maja 2012. godine. Zakorovljenost je praćena tokom juna i jula, dok je berba obavljena ručno krajem avgusta. Živi malč predstavlja pokrovni usjev koji se gaji unutar godišnjeg, višegodišnjeg ili trajnog zasada, s ciljem suzbijanja

korova, zaštite tla od erozije, očuvanja plodnosti i poboljšanja kvaliteta podzemnih voda. Za ovu svrhu biraju se biljke s izraženim alelopatskim efektom, koje negativno utiču na klijanje i rast drugih biljaka. Živi malč se sije prije, istovremeno ili neposredno nakon glavnog usjeva i u praksi se tretira kao podusjev (*under crop*). U sklopu pomenutog istraživanja testirane su različite varijante živog malča, unutar kojih je rasađivan kukuruz šećerac. Među korištenim vrstama našli su se: jari stočni grašak, jara obična i maljava grahorica, bijela slačica, jari ovas, te mješavina jarog ovsa i leguminoza u omjeru 50:50%. Đubrenje je izvršeno sredinom marta, sjetva podusjeva sredinom aprila, a sadnja rasada kukuruza šećerca u svim varijantama izvedena je istovremeno, bez obzira na to da li su usjevi prethodno bili pod živim malčem ili pokošenim pokrovnim usjevima. Zabilježeno je da su prinosi kukuruza bili znatno niži na površinama pod živim malčem (tabela 2). Usijevi su gajeni u uslovima prirodnog vodnog režima.

Tabela 2. Prinos zrna kukuruza šećerca u različitim varijantama pokrovnih usijeva i podusijeva

Varijanta	Biomasa pokrovnih useva (t ha^{-1})	Prinos zrna (t ha^{-1})	Randman zrna
Ozimi pokrovni usevi-mrtvi malč			
ozimi ovas	28,34	9,07	57,88
ozimi krmni kelj	31,62	8,32	69,17
ozimi ovas+stočni grašak	44,62	8,87	62,13
ozimi ovas+oz. obična grahorica	42,11	8,72	56,07
ozimi ovas+oz. maljava grahorica	43,32	8,61	62,05
Prosek	38,00	8,92	61,46
Jari podusevi-živi malč			
jara obična grahorica	-	7,61	60,05
jari stočni grašak	-	7,31	57,94
jari ovas	-	7,49	63,70
bela slačica	-	7,82	58,59
jari ovas + jara obična grahorica	-	6,21	56,63
jari ovas + jari stočni grašak	-	5,60	58,78
Prosek	-	7,01	59,28

Izvor: Oljača i Dolijanović, 2013

Najveći prinos zrna ostvaren je sadnjom kukuruza šećerca u podusijev bijele slačice zbog slabije konkurentne sposobnosti bijele slačice u odnosu na glavni usijev (slika 1).



Slika 1. Rasađen kukuruz šećerac u usijev bijele slačice
Zemun polje, 21. 5. 2011., Dolijanović

U istraživanjima se pokazalo da prerana sjetva podusjeva nije pogodovala jer su se biljke razvile prije sadnje kukuruza šećerca i pravile konkurenciju. Usijavanje lucerke, crvene djeteline i esparzete zajedno s kukuruzom nije dalo dobre rezultate. Jamriška ističe da sjetva podusjeva 5 dana nakon kukuruza smanjuje korove i povećava prinos suve mase. Najviše korova je bilo bez podusjeva, a najmanje kad je podusjev sijan nakon nicanja kukuruza. Amossé i saradnici (2013) su zaključili da sjetva leguminoza u ozimu pšenicu smanjuje prinos zrna i proteina, ali povećava nadzemnu biomasu, što ima agroekološki značaj.
Uchino i saradnici (2009) su utvrdili da sjetva pokrovnih usjeva tri nedjelje nakon sjetve kukuruza i soje najbolje smanjuje korove bez umanjenja prinosa. Pokrovni usjevi se gaje radi očuvanja hraniva, sprečavanja erozije i smrzavanja korijena, boljeg rasporeda hraniva, azotofiksacije, povećanja biodiverziteta, suzbijanja korova, bolesti i štetočina te poboljšanja strukture zemljišta. Vrijeme košenja je ključno – mlade biljke se brzo razlažu i gube azot, dok starije sadrže više lignina. Djeteline i grahorice su posebno vrijedne zbog dubokog korijena i visokog prinosa.

2. VRSTE BILJAKA U GAJENJU POKROVNIH USIJEVA

Pokrovni usjevi se obično dijele na dvije grupe: leguminoze (mahunarke), koje fiksiraju azot, i neleguminozne biljke koje ne troše azot. Među leguminozama najčešće se koriste crvena i bijela djetelina, lucerka, razne vrste grahorica, stočni grašak, bob, lupine, sočivo i druge. Od neleguminoznih biljaka gaje se raž, pšenica, ječam, ovas, heljda, slačica i stočni kelj. Leguminoze imaju prednost jer

zahtijevaju manje mineralnog đubriva i mogu fiksirati značajnu količinu azota (od 39 do 360 kg po hektaru), dok trave sadrže više ugljenih hidrata (tabela 3).

Tabela 3. Godišnja količina fiksiranog atmosferskog azota različitih leguminoza

Vrsta	Interval usvojenog azota (kg N ha^{-1})	Autori
Lucerka	85-360	Pietsch *et al*., 2007
Crvena detelina	100-250	Bowley *et al*., 1984
Bela detelina	93-231	Abberton and Marshall, 2005
Stočni grašak	60-90	Vukadinović i Vukadinović Vesna, 2012
Poljski grašak	155-175	
Stočni bob	39-144	Lopez-Bellido et al., 2006
Grahorice	80-180	Vukadinović i Vukadinović Vesna, 2012
Pasulj	180-200	

Izvor: različiti autori

Gajenjem okopavina nakon leguminoza smanjuje se upotreba pesticida i mineralnih đubriva za 20-25%, a prinos može porasti do 50%. Trave i kupusnjače najčešće se koriste kao zimski pokrovni usjevi jer brzo rastu, stabiliziraju tlo i štite ga od erozije. Karakteristike pojedinih vrsta koje se gaje kao pokrovni usjevi navedene su u tabeli 4.

Tabela 4. Osobine i uloga pojedinih pokrovnih usijeva

Biljna vrsta	N (kg ha^{-1})	Prin. s.m. (t ha^{-1})	Očuvanje zemljišta od erozije	Zaštita	Kontrola korova	Brzina rasta	Dužina vegetacije	Vredn. žetve	
								B	Z
Jednog. trave	-	3-8	5	5	4	5	3	3	2
Sirak	-	8-12	4	5	4	5	5	5	1
Kupusnjače	-	4-10	3	2	4	5	4	5	2
Grahorice	90-200	2.5-5	4	4	4	2	4	2	2
Grašak	90-150	4-5	3	4	3	4	3	5	4
Lupine	200-300	3-5	3	3	2	2	3	3	4
C. detelina	70-150	2-6	4	3	4	3	3	5	3
B. detelina	80-120	2.5	3	4	4	2	5	4	3
Lucerka	50-120	2-4	2	3	4	5	4	4	3

Legenda: B-biomasa, Z-zrno; 1-vrlo loš, 2-loš, 3-dobar, 4-vrlo dobar, 5-odličan

Izvor: Clark, 2000

Izbor pokrovnog usijeva zavisi od cilja – u područjima sklone eroziji, trave su idealno rješenje, dok se u područjima gdje je potrebna poboljšanja plodnosti i smanjenje zakorovljenosti preporučuju leguminozne vrste.

3. UPRAVLJANJE PLODNOŠĆU ZEMLJIŠTA

Pokrovni usijevi koji imaju za cilj povećanje plodnosti zemljišta nazivaju se „usijevi za zelenišno đubrenje“. Ovi usijevi, koji se preoravaju prije nego što postignu punu zrelost, pomažu u obogaćivanju zemljišta, a najčešće se koriste leguminoze kao što su grašak, grahorice i lucerke.
Ove biljke fiksiraju azot u tlu, čime se poboljšava kvalitet zemljišta i obezbjeđuju hraniva za naredni usijev. Usijevi kao što su „catch-crop“ koriste višak azota, sprečavajući njegov gubitak kroz ispiranje ili isparavanje. Zelenišno đubrenje, odnosno sideracija, poboljšava strukturu zemljišta, vodni režim i povećava količinu organske materije. Ovi usijevi se obično siju nakon žetve žitarica, a preoravaju se u jesen ili rano proljeće, ovisno o vrsti zemljišta. (Havlin et al., 2014).
Na težim zemljištima se preoravaju u jesen, dok se na lakšim zemljištima obično preoravaju u proljeće. Brzina razgradnje zavisi od dubine zaoravanja, vrste biljaka i vlažnosti tla, a dublje zaoravanje poboljšava obogaćivanje tla organskom materijom.

4. UPRAVLJANJE KVALITETOM ZEMLJIŠTA

Zemljište je ključ za poljoprivrednu proizvodnju i ishranu, ali je danas oko 16% zemljišta u EU pogođeno degradacijom, dok 45% ima niži sadržaj organske materije. Pokrovni usijevi poboljšavaju kvalitet zemljišta, povećavajući organsku materiju i poboljšavajući njegovu strukturu, kapacitet za vodu i hranljive materije.
Kiselost zemljišta dovodi do nedostatka kalcijuma, što negativno utiče na plodnost. Kisele reakcije zemljišta uzrokuju nestabilnu strukturu i stvaranje pokorice, što ometa rast biljaka. Korekcija pH vrednosti je ključna za povećanje plodnosti, a analiza zemljišta pomaže u racionalnom korišćenju đubriva, čime se izbegava nepotrebno trošenje resursa i smanjenje prinosa.

5. UPRAVLJANJE VODOM

Pokrivrenost zemljišta usijevima predstavlja i vid konzervacije vlage i naročito je bitna za zime u kojima se sakuplja manje rezervi vlage. Na zemljištima sa pokrovnim usijevima snijeg se duže zadržava a isparavanje vode poslije otapanja snijega je slabijeg intenziteta.
Pokrovni usijevi su značajni i sa aspekta zaštite zemljišta od erozije posebno u rejonima koji su podložni eroziji i u kojima nema podignutih vjetrozaštitnih

pojaseva. Biomasa pokrovnih usijeva predstavlja fizičku barijeru između kišnih kapi i površine zemljišta i omogućava mirniji pad kišne kapi na površinu.
Rast korijena pokrovnih usijeva rezultuje stvaranjem putanje za vodu i omogućava njenu filtraciju kroz zemljište.
Prije završetka vegetacije, pokrovni usijevi sadrže dosta vode. Kada se takav usijev zaore ili se ostavi na površini zemljišta on povećava sadržaj vlage u zemljištu, prvenstveno zbog smanjenja isparavanja vlage iz zemljišta (Young, 1997).
Velike količine padavina u humidnim oblastima u proljeće i jesen mogu da ugroze proizvodni, te se farmeri trude da isuše takvo zemljište. Jedan od načina isušivanja jeste gajenje pokrovnih usijeva prije sjetve glavnog usijeva. Istraživanje je pokazalo da je ljulj usvajao najviše vlage iz zemljišta i zemljištu ostavio manji sadržaj za razliku od repice koja je najmanje usvajala i iza koje je ostalo najviše vlage u zemljištu.

6. KONTROLA KOROVA

Suzbijanje korova podrazumijeva korišćenje više mjera, a značajnu ulogu imaju ekološke metode poput gajenja pokrovnih i združenih usijeva. Ovi usjevi poboljšavaju konkurentsku sposobnost glavnih kultura i sprječavaju razvoj korova tako što povećavaju sadržaj azota u zemljištu i stvaraju gust biljni sklop (tzv. "smother effect"). Živi malč (kao bijela djetelina i lucerka) i mrtvi malč (pokošena biomasa poput raži ili grahorice) dodatno smanjuju zakorovljenost. Neke vrste pokrovnih usijeva djeluju alelopatski – oslobađaju supstance koje inhibiraju klijanje i rast korova. Ipak, same biljke ne bi trebalo da imaju dormantno sjeme, kako ne bi postale novi izvor korova. U organskoj proizvodnji pokrovni usjevi su korisni, ali ih treba kombinovati s drugim mjerama.

7. UPRAVLJANJE BOLESTIMA I ŠTETOČINAMA

Pokrovni usjevi u održivoj i organskoj poljoprivredi imaju višestruku ulogu – poboljšavaju plodnost zemljišta, smanjuju prisustvo korova, bolesti i štetočina, te doprinose očuvanju biološke raznolikosti agroekosistema.
Gajenjem ovih biljaka podstiče se razvoj korisnih mikroorganizama koji razlažu biljne ostatke, učestvuju u formiranju humusa i olakšavaju kretanje hraniva u zemljištu, čime se poboljšava zdravlje biljaka i povećava prinos. Neke vrste, naročito iz porodice Brasicaceae, ispuštaju alelopatske supstance koje smanjuju broj gljivičnih i bakterijskih bolesti, kao i prisustvo štetnih nematoda.

Osim toga, određeni pokrovni usjevi služe kao zamke za štetočine – privlače ih i odvraćaju od glavne kulture, a po potrebi se dodatno tretiraju, što je posebno korisno u organskoj proizvodnji.

8. POKROVNI USIJEVI I UPRAVLJANJE AZOTOM U ZEMLJIŠTU

Pokrovni usjevi značajno doprinose smanjenju gubitaka azota iz zemljišta, jer sprečavaju ispiranje nitrata i smanjuju isparavanje amonijaka i azot-oksida u atmosferu. Posebno su djelotvorni u humidnim klimatskim uslovima, gdje padavine često premašuju evapotranspiraciju, što povećava rizik od gubitka azota sa golog zemljišta. Trave se u tom smislu pokazuju efikasnijima od leguminoza.

Gajenjem pokrovnih usjeva, naročito između glavnih kultura, azot se zadržava u sistemu – biljke ga usvajaju, a nakon razgradnje biljne mase smanjuje se potreba za dodatnim đubrenjem. Istraživanja su pokazala da je sadržaj nitrata najniži tamo gdje su pokrovni usjevi bili aktivni, dok su kontrole bez biljaka i tretmani sa samo mineralnim đubrivima pokazivali viši nivo nitrata. Posebno se istakla ozima pšenica i njene mješavine sa stočnim graškom, koje su intenzivno usvajale azot. Nakon zaoravanja leguminoznih pokrovnih usjeva, kao što je grašak, primijećen je porast sadržaja nitrata zbog ubrzane mineralizacije. Takođe, na parcelama sa leguminozama i njihovim smješama sa ovasom, zabilježen je veći sadržaj NO_3-azota nakon žetve (Janošević, 2021).

Ovi rezultati potvrđuju da pokrovni usjevi imaju važnu ulogu u očuvanju azota u zemljištu, povećavaju njegovu dostupnost narednim kulturama i doprinose održivijoj poljoprivredi.

9. EKONOMSKA ISLATIVOST-PREPREKA GAJENJA POKROVNIH USIJEVA

Efikasnost gajenja pokrovnih usjeva treba posmatrati s više aspekata – poboljšanje plodnosti zemljišta, obogaćivanje hranljivim materijama, smanjenje erozije, suzbijanje korova, očuvanje hraniva i sprječavanje zagađenja podzemnih voda, ali i s ekonomske strane, posebno gledano dugoročno. U održivoj i organskoj poljoprivredi sjetva pokrovnih usjeva se smatra nezamjenjivom.

Ipak, primjena ovih usjeva u praksi još je prilično ograničena. Glavni razlozi zbog kojih poljoprivrednici oklijevaju da ih uvedu su nedostatak vremena i ulaganja za koja strahuju da neće donijeti direktnu korist. Ipak, izbor odgovarajuće vrste pokrovnog usjeva može imati veći uticaj nego sami prinos

glavne kulture, jer ekonomska isplativost ne zavisi isključivo od količine uroda (Oljača i Dolijanović, 2013).

10. ZAKLJUČAK

Održivo upravljanje prirodnim resursima postaje sve hitnije zbog stalnog rasta svjetske populacije i povećane potražnje za hranom. S obzirom na duboku povezanost poljoprivrede s ekonomijom, društvom i biodiverzitetom, njen razvoj mora ići u pravcu očuvanja životne sredine. Održiva poljoprivreda teži očuvanju zdravlja zemljišta i okoline, ekonomskoj isplativosti i društvenoj pravednosti.

Prilikom planiranja sjetve pokrovnih usjeva, važno je jasno definisati ciljeve – bilo da je riječ o obogaćivanju zemljišta azotom, očuvanju vlage, suzbijanju korova, sprečavanju erozije ili poboljšanju strukture zemljišta. Ipak, uvođenje pokrovnih usjeva nosi i određene izazove, kao što su troškovi sjemena, veći obim rada te moguće konkurisanje glavnim usjevima za vlagu i hraniva.

Pokrovni usjevi se mogu uzgajati kao međukulture (između dva glavna usjeva) ili kao združeni usjevi (više biljnih vrsta zajedno). Međukulture se siju kako bi zemljište tokom cijele godine bilo pokriveno biljnom masom, a združeni usjevi se često koriste u organskoj proizvodnji jer pored prinosa doprinose i zaštiti zemljišta. Iako združeni usjevi zahtijevaju više rada i pažljiv izbor biljnih vrsta, ukupni prinos i korisni efekti po zemljište često nadmašuju one u čistim usjevima.

LITERATURA

1. Amossé, C., Jeuffroy, M.-H., & David, C., 2013. Relay intercropping of legume cover crops in organic winter wheat: Effects on performance and resource availability. Field Crops Research, 145, 78–87.
2. Clark, M. S.,2000. Characteristics and role of individual cover crops. In Managing Cover Crops Profitably (3rd ed.). Sustainable Agriculture Network.
3. Dolijanović, Ž., 2011. Maljava grahorica pred košidbu u proljeće, Zemun polje.
4. Dolijanović, Ž., et al., 2012. Uticaj sistema gajenja i pokrovnih usjeva na prinos i randman zrna kukuruza šećerca. Beograd: Poljoprivredni fakultet u Beogradu.

5. Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D., 2014. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Pearson Education.
6. Janošević, B., 2021. Agroekološki i agronomski značaj pokrovnih useva u održivom sistemu gajenja hibrida kukuruza specifičnih svojstava. Univerzitet u Beogradu.
7. Jamriška, P., 2002. "The effect of undersowing time of clover crops and weeds on silage maize yields," Plant, Soil and Environment, Czech Academy of Agricultural Sciences, vol. 48(8), pages 361-367.
8. Oljača, S., Dolijanović, Ž., 2013. Ekologija i agrotehnika združenih usijeva. Poljoprivredni fakultet-Univerzitet u Beogradu. Mnogorafija: 89-128.
9. Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Yudate, T., & Nakamura, S., 2009. Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. Field Crops Research, 113(4), 342–351.
10. Young, A., 1999. Agroforestry for Soil Management (2nd ed.). CAB International.

SOCIAL ECONOMY AS A DRIVER OF EQUALITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

SOCIJALNA EKONOMIJA KAO POKRETAČ JEDNAKOSTI I ODRŽIVOG RAZVOJA

Stručni rad / Professional paper

Ana Maria Buga, student*
Alina Maria Chirică, student*
Florin Alexandru Eşanu, student*
PhD Gabriela Fotache*

Abstract

The social economy is increasingly recognized as a vital tool for addressing global issues such as inequality, poverty, and environmental degradation. This paper examines the role of social economy organizations—cooperatives, social enterprises, and non-profit organizations—in driving both social inclusion and sustainable development. By prioritizing social welfare over profit, these organizations create alternative business models that contribute to a more equitable and sustainable economy. The study reviews various policy frameworks, funding mechanisms, and challenges in the field, suggesting future research directions to optimize the impact of social economy initiatives. It also explores the green transition, where social economy actors play an essential role in mitigating environmental impacts through sustainable practices. The paper ultimately seeks to provide an integrated view of the social economy's potential for contributing to a more sustainable and inclusive society.

***Keywords**: Social economy, economic equality, social entrepreneurship, cooperatives, sustainable development, green transition, inclusive economy, policy frameworks.*

1. INTRODUCTION

* George Bacovia University, Bacau, email: ana-maria.mandache@ugb.ro
* George Bacovia University, Bacau, email: alina-maria.chirica@ugb.ro
* George Bacovia University, Bacau, email: florin-alexandru.esanu@ugb.ro
* George Bacovia University, Bacau, email: gabriela.fotache@ugb.ro

In recent decades, global socio-economic systems have faced unprecedented challenges, including widening income disparities, systemic exclusion, and unsustainable resource exploitation. Traditional capitalist economic models, centered on profit maximization and competitive markets, have not sufficiently addressed these structural issues (Stiglitz, 2012; Piketty, 2014).

In this context, the **social economy** has emerged as a viable and resilient model, capable of offering inclusive, sustainable, and equitable growth. Defined by the **European Economic and Social Committee** (EESC) as the sector encompassing cooperatives, mutuals, associations, foundations, and social enterprises, the social economy places people and social impact at its core (EESC, 2017).

The rise of the social economy as a sector that prioritizes social and environmental objectives over profit maximization has gained significant attention in recent years. Social enterprises, cooperatives, and non-profit organizations are increasingly seen as essential contributors to addressing the complex issues of inequality, climate change, and social exclusion.

As the global economy faces growing challenges, traditional economic models focused solely on profit have proven insufficient in promoting long-term sustainability and equality. In this context, the social economy offers a viable alternative that emphasizes collective well-being, social inclusion, and environmental responsibility. Through its diverse range of actors, the social economy offers innovative solutions to complex problems that cannot be solved by conventional market-driven approaches.

This paper provides a critical analysis of the mechanisms through which the social economy fosters **equality** and contributes to the objectives of **sustainable development**, expanding on the key themes presented in the foundational document.

We will focus on the key principles and frameworks that support social enterprises, review their impact on marginalized communities, and identify the barriers that hinder the growth and scalability of social economy initiatives.

Furthermore, the paper will highlight future research areas that could enhance the contribution of social economy organizations in addressing global challenges.

2. THEORETICAL FRAMEWORK: SOCIAL ECONOMY AND EQUALITY

The social economy refers to a sector of economic and social activity that includes organizations pursuing both social and economic objectives. These

organizations prioritize solidarity, social cohesion, and democratic governance, often reinvesting surpluses into the mission or community (Defourny & Nyssens, 2010).

Key features:

- Primacy of people over capital
- Voluntary and open membership
- Democratic control by members
- Reinvestment of surpluses for social purposes

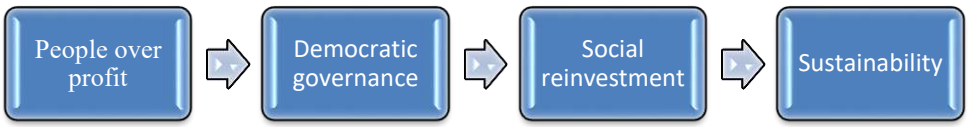


Figure 1. Core Principles of Social Economy Organizations

Main actors:

- Cooperatives (worker, consumer, agricultural)
- Social enterprises
- Associations and foundations
- Mutual benefit societies

These actors often operate in sectors under-served by traditional markets—such as care, education, local development, and environmental services.

Key Concepts of the Social Economy

The social economy is a dynamic and evolving sector that encompasses a variety of organizational forms, including cooperatives, mutual societies, non-profit organizations, and social enterprises. What differentiates the social economy from the traditional economy is its focus on social value creation rather than profit maximization. Social enterprises, for example, reinvest their profits into social or environmental causes, while cooperatives are owned and managed by their members, ensuring that decisions are made democratically and in the best interests of the community.

In addition to its emphasis on social justice and solidarity, the social economy fosters a more inclusive and participatory form of economic governance. It challenges the status quo by offering alternative business models that can empower individuals, promote economic equality, and create more resilient communities.

The Relationship between Social Economy and Economic Equality

Economic inequality is one of the most pressing issues of our time, with a growing gap between the rich and the poor exacerbating social tensions and undermining economic stability.

One of the most compelling strengths of the social economy lies in its potential to reduce inequalities and promote social cohesion. By engaging marginalized communities in the production and distribution of goods and services, social economy entities create inclusive economic opportunities.

The social economy plays a crucial role in mitigating these disparities by creating economic opportunities for marginalized groups and addressing social exclusion.

Employment Creation

Social economy organizations create meaningful employment for vulnerable groups - such as youth, women, people with disabilities, or the long-term unemployed. In the EU alone, social enterprises employ over 13.6 million people, accounting for 6.3% of the total workforce (European Commission, 2021).

"The social economy promotes not only employment but employment with dignity and participation." – Borzaga & Galera (2016)

Access to Services

Social enterprises and cooperatives often provide access to essential services where the state or private sector fails:

- Affordable housing
- Community healthcare
- Childcare and eldercare
- Financial inclusion (e.g. credit unions)

These services help close opportunity gaps and promote territorial cohesion, especially in rural or disadvantaged urban areas.

Social enterprises and cooperatives provide employment opportunities for individuals who may otherwise face discrimination or exclusion from the formal labor market. These organizations also offer goods and services that meet the needs of underserved populations, including affordable housing, healthcare, education, and financial services.

By addressing the needs of the most vulnerable in society, the social economy helps reduce economic inequality and promote more inclusive and equitable societies.

Relevant Policy Frameworks

To effectively support the social economy, governments and international organizations have developed various policy frameworks. The EU Social Economy Action Plan outlines strategies for promoting the growth of social enterprises across Europe, focusing on creating favorable regulatory environments, providing financial support, and encouraging social innovation. Additionally, the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) provide a global framework for addressing inequality, poverty, and environmental degradation, all of which align closely with the objectives of the social economy.

The social economy is inherently aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs)—particularly SDG 1 (No Poverty), SDG 8 (Decent Work), SDG 10 (Reduced Inequalities), and SDG 13 (Climate Action).

Table 1. Intersection of Social Economy and SDGs

SDG Goal		Social Economy Contribution
SDG 1	No Poverty	Job creation for poor communities
SDG 8	Decent Work	Fair, inclusive employment
SDG 10	Reduced Inequalities	Empowerment and inclusion
SDG 13	Climate Action	Climate action via coops

National policies in countries such as Spain, Italy, and the UK have also been instrumental in supporting the social economy. For example, Spain has a long history of cooperative development, with cooperatives representing a significant part of the economy in regions like the Basque Country. Similarly, Italy's Legge 381/91 established the legal framework for social cooperatives, allowing them to operate within the public service sector.

3. THE ROLE OF THE SOCIAL ECONOMY IN SUSTAINABLE INNOVATION AND THE GREEN TRANSITION

Social Enterprises and Cooperatives as Key Players in Sustainability

Social enterprises and cooperatives are essential actors in the green transition, as they integrate environmental sustainability into their business models. Many social enterprises focus on creating environmentally sustainable products and services, such as renewable energy, organic farming, and eco-friendly technologies. Cooperatives, too, are increasingly adopting green

business practices, such as the establishment of renewable energy cooperatives and the promotion of circular economy models and practices:

- Recycling and waste reduction
- Community renewable energy
- Organic farming and sustainable consumption

For example, Enercoop (France) and Somer Cooperative (UK) produce and distribute clean energy through democratic models.

One of the key advantages of social enterprises in the green transition is their ability to engage communities directly in environmental initiatives. By involving local stakeholders in decision-making processes, social enterprises can foster a sense of ownership and responsibility, leading to more sustainable practices at the community level.

Sustainable Business Models in the Social Economy

The social economy embraces several sustainable business models, each of which contributes to environmental sustainability. For example, the circular economy model, which focuses on reducing waste and reusing resources, is increasingly being adopted by social enterprises. This model reduces the environmental impact of production and consumption by encouraging the reuse, repair, and recycling of goods.

Another important model is fair trade, which promotes ethical trade practices that ensure producers in developing countries are paid fair wages and work in safe conditions.

Fair trade organizations often use environmentally friendly production methods, helping to mitigate the environmental impact of global trade.

Case Studies of Successful Social Economy Initiatives

The Mondragón Corporation: Based in Spain, Mondragón is one of the largest and most successful worker cooperatives in the world. It operates in various sectors, including manufacturing, retail, and finance, and has consistently prioritized social and environmental goals over profits.

The Green Energy Cooperative (UK): These cooperative aims to reduce the carbon footprint of communities by providing affordable renewable energy solutions. Members of the cooperative not only benefit from lower energy costs but also actively contribute to environmental sustainability. These examples show how social economy initiatives can drive both social and environmental change, benefiting local communities and contributing to broader global goals.

4. CHALLENGES IN EXPANDING THE SOCIAL ECONOMY

Despite its social benefits, the social economy faces obstacles related to funding, legal recognition, and visibility.

Financial Barriers

Unlike traditional businesses, social enterprises often struggle with capital acquisition due to:

- Limited access to bank loans
- Low investor familiarity with hybrid models
- Revenue volatility from mission-driven pricing

Traditional financing mechanisms, such as loans from banks or venture capital, may not be accessible to social enterprises due to their non-profit orientation and focus on social rather than financial returns. Furthermore, public funding for social economy initiatives is often limited, with competition from larger organizations and a lack of targeted funding schemes for small and medium-sized social enterprises.

Innovative financing tools are:

- Social impact bonds
- Cooperative banks
- Crowdfunding and peer-to-peer platforms
- Public-private partnerships

Regulatory Constraints

The legal frameworks surrounding the social economy are often underdeveloped, leading to regulatory constraints that hinder the growth of social enterprises. In many countries, social enterprises face challenges in obtaining legal recognition or access to specific government support programs. Furthermore, inconsistent regulations across different regions can create barriers to scaling social economy initiatives.

Countries such as Italy, Spain, and France have enacted comprehensive legal frameworks to support the social economy. The EU’s Social Economy Action Plan (2021) urges member states to:

- Develop national strategies
- Facilitate cross-border scaling
- Invest in training and digital tools

“A strong legal and fiscal environment is essential to unlock the full potential of the social economy.” – OECD (2023).

Social and Cultural Obstacles

Public awareness of the social economy and its potential is still limited in many countries. There is often a lack of understanding of the difference

between social enterprises and traditional businesses, which can lead to resistance from both consumers and investors. Cultural attitudes towards profit and ownership also play a significant role in shaping the success of social economy initiatives.

The main challenges and opportunities in the field of social economy are summarized in table no.2.

Table 2. The main challenges and opportunities in the field of social economy

Challenges	
Lack of public awareness	Many consumers are unfamiliar with social economy principles
Fragmentation	Diverse legal forms and terminology lead to confusion
Measurement difficulties	Social impact is harder to quantify than financial metrics
Opportunities	
Digitalization	Platforms can expand reach, transparency, and efficiency
Youth engagement	Rising demand for purpose-driven careers makes the sector appealing
Digitalization	The global push for decarbonization opens markets for green social enterprises

5. FUTURE RESEARCH DIRECTIONS AND POLICY RECOMMENDATIONS

Interdisciplinary Approaches

To fully understand the potential of the social economy, future research should adopt interdisciplinary approaches that integrate economic, social, and environmental perspectives. By working together, researchers from different fields can develop a more comprehensive understanding of how social enterprises contribute to sustainable development.

Strengthening Policy Frameworks

Governments should work to create more robust and comprehensive policy frameworks that support the growth of social enterprises. This includes

providing tax incentives, creating favorable regulatory environments, and offering financial support mechanisms such as grants and low-interest loans.

The Role of Technology and Digital Transformation

The digital economy is rapidly transforming industries around the world, and social enterprises are no exception. Research into how digital platforms can be used to enhance the operations of social enterprises—whether through online marketplaces, crowdfunding, or digital collaboration tools—will be essential in the future.

5. CONCLUSION

The social economy is an essential driver of both social inclusion and sustainability. By addressing inequality, promoting sustainable practices, and empowering marginalized communities, social enterprises have the potential to create a more equitable and resilient global economy. However, significant barriers—such as financial limitations, regulatory challenges, and cultural resistance—must be overcome to unlock the full potential of the social economy. Policymakers, social entrepreneurs, and researchers must continue to collaborate in order to develop solutions that allow the social economy to flourish in the face of global challenges.

The social economy is not a fringe movement but a growing pillar of inclusive and sustainable economic development. By aligning economic activity with social purpose and environmental stewardship, it represents a viable pathway toward a resilient, fair, and green future. Governments, investors, and citizens must now recognize, support, and scale the transformative potential of this sector.

REFERENCES

1. Borzaga, C., & Defourny, J. (Eds.). (2001). *The Emergence of Social Enterprise*. Routledge.
2. Borzaga, C., & Galera, G. (2016). *Social enterprises and their eco-systems: developments in Europe,* European Commission, https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=16376&langId=en
3. Defourny, J., & Nyssens, M. (2010). *Social Enterprise in Europe: At the Crossroads of Market, Public Policies and Third Sector*. *Policy and Society*, 29(3), 231–242.
4. EESC (European Economic and Social Committee). (2017). *Recent evolutions of the social economy in the European Union*.

https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/files/qe-04-17-875-en-n.pdf

5. European Commission. (2021). *Social Economy Action Plan*. Retrieved from https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1537&langId=en
6. OECD. (2023). *Policy Guide on Legal Frameworks for the Social and Solidarity Economy*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9c228f62-en OECD
7. Piketty, T. (2014). *Capital in the Twenty-First Century*, Harvard University Press
8. Spear, R., Cornforth, C., & Aiken, M. (2009). *The Governance Challenges of Social Enterprises: Evidence from a UK Empirical Study*. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 80(2), 247–273.
9. Stiglitz, J. (2012) *The Price of Inequality How Today's Divided Society Endangers Our Future*, 2nd Edition, W.W. Norton & Company, New York
10. UNRISD. (2016). *Social and Solidarity Economy for the Sustainable Development Goals: Spotlight on the Social Economy in Seoul*. United Nations Research Institute for Social Development.
11. Yunus, M. (2010). *Building Social Business: The New Kind of Capitalism That Serves Humanity's Most Pressing Needs*. PublicAffairs.

UNDERSTANDING GENERATIONAL EQUALITY: A YOUTH-CENTRED STUDY FROM GLOBAL COLLEGE MALTA

Istraživački rad / Research paper

Ashi Sonahee, student*

Abstract

This study explores the perceptions of generational equality among youth enrolled at Global College Malta, focusing on how younger students experience inclusion, fairness, and intergenerational dynamics within their academic environment. Using a quantitative methodology, data were collected through a structured online survey (Annex 1) with 49 student participants aged 18 to 30. The findings indicate that while the institution is largely viewed as promoting fair policies and equal access to resources, there remain perceived disparities in treatment, opportunities, and participation when compared to older generations. Students identified collaboration and inclusive programming as key strategies to enhance generational equality. This research contributes to the underexplored intersection of generational equality and social sustainability, emphasising the importance of youth perspectives in shaping inclusive educational systems. The paper concludes that addressing generational inequality is not only a matter of institutional fairness but also a foundational step toward achieving long-term societal sustainability.

Keywords: *Generational Equality, Youth Perspectives, Higher Education, Social Sustainability, Age-Based Inequality, Intergenerational Dynamics, Inclusive Education, Quantitative Research, Student Inclusion, Malta*

1. INTRODUCTION

The concept of generational equality centres on the idea that all age groups should be treated fairly and have equal opportunities to participate and thrive within social, economic, and political systems. It seeks to ensure that no generation is marginalised or excluded from contributing to, or benefiting from, the structures and decisions that shape society. The United Nations Department of Economic and Social Affairs (2020) stated that while the world thrives on having equality underpinning everything, through various studies and research,

* Global College Malta, Malta, email: ashi.24jul@gcmalta.com

disparities are still rampant. Available literature focuses on unequal access to opportunities, representation, and resources interdependence. How young individuals feel vis-à-vis socially accepted preferences, behaviours, or authority of older generations is explained in a Journal of Research in Personality, *Self-expression can be authentic or inauthentic, with differential outcomes for well-being: Development of the Authentic and Inauthentic Expression Scale* – they often must conform to said preferences, often at the expense of their own autonomy or self-expression. This phenomenon has rarely been researched upon. Time and again, this has led to a colossal discrepancy between how the youth wishes to act which is their ideal self, and how they feel they must act, which is their inauthentic fabricated self, to be validated or avoid conflict (Al-Khouja, Weinstein & Legate, 2022). The Department of Children and Youth Affairs, Dublin adjudges that societal and institutional norms often restrict young people's involvement in decision-making, especially in schools, where age-based assumptions and hierarchical structures reinforce power imbalances and limit student voice (Horgan, 2015). Undeniably, norms, roles, and internalised behaviours that shape the lived experiences of youth.

This research is relevant to sustainability because it explores the social dimension of sustainable development, particularly through the lens of generational equality. True sustainability goes beyond environmental protection—it also requires the creation of inclusive, fair, and resilient societies. By examining how youth perceive their roles, opportunities, and voice within a European educational and social context, this study sheds light on structural disparities that can limit the long-term social and economic participation of younger generations. The article, *Motivational Factors in Intergenerational Sustainability Dilemma: A Post-Interview Analysis,* advocates that excluding future generations from decision-making fosters disengagement and resource exploitation, undermining sustainability and contributing to long-term issues like debt, climate change, and social fragmentation (Shahen et al., 2020). Therefore, understanding and addressing generational inequality is essential for building societies that are not only environmentally sustainable but also socially just and equitable for all age groups.

2. GAP ANALYSIS

Although multiple forms of inequality—such as gender, disability, income and even intergenerational inequality[15]—have been widely defined and examined

[15] Intergenerational inequality—driven by factors like parental education, occupation, gender, and environment—limits upward mobility and threatens long-term social resilience. Despite

in academic literature and public discourse, generational inequality or generational equality remains significantly undefined and underexplored, particularly within educational settings. While much attention has been given to diversity and inclusion in terms of demographic categories, the nuanced experiences of younger generations often face exclusion from decision-making, leadership opportunities, or institutional recognition, have received relatively limited focus. Age discrimination has been widely discussed in academic and social discourse; however, as the Harvey A. Friedman Centre for Aging (2021) would suggest, much of the existing literature tends to focus on the perspectives of older generations, particularly emphasising their belief that younger people are unwilling to engage or work alongside them, placing upon them harmful stereotypes – "entitled" or "inexperienced" . This emphasis has resulted in a limited understanding of how youth themselves perceive and experience age-based inequality, especially in intergenerational environments such as education, institutions, and society at large, a phenomenon termed as "youngism[16]".

This paper addresses the following question:

- *How do young people understand and determine generational equality within their educational institution, Global College Malta?*

Objectives

- *To explore how young students at Global College Malta perceive age-related dynamics within their educational environment.*
- *To identify the key factors that influence students' perceptions of inclusion, voice, and sense of belonging in relation to age.*
- *To assess how students perceive the contribution of generational equality to creating a fair learning environment.*
- *To assess whether and how Global College Malta addresses age-related issues that impact inclusive experiences in higher education.*

progress, addressing it requires understanding its roots and creating policies that promote fairness and sustainable growth (AXA Research Fund, 2022).

[16]Youngism is an umbrella term for age-based discrimination and prejudice that targets young adults. It is generationally focused, expressing unfavourable attitudes, stereotypes, and discriminatory behaviours directed toward the current generation of young adults, which contrasts with classic ageism, aimed at older people because they are uncomfortable with aging. This phenomenon includes behavioural, emotional, and cognitive biases that present young adults as less capable, more entitled, or morally inferior to older people or previous generations of their age (Francioli and North, 2021).

3. LITERATURE REVIEW

Equality per se has been a historically debated upon topic (Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2001). Central to both politics and society, Professor Nicholas Capaldi in his essay, *The Meaning of Equality* (2001) catalogued equality as both normative and descriptive concepts, where the base lies in treating any entity (individual) as identical from all outlooks and yet, ensuring that preferential treatment is given to those requiring aid to be as tantamount to their counterparts.

The *Encyclopedia of Aging* defines *generational equity* as the idea that different generations should have similar opportunities and fair access to societal resources. This concept emerged prominently in the 1980s, particularly through the advocacy of Americans for Generational Equity (AGE) and the research of Samuel H. Preston, who argued that public policies—especially those favouring the elderly—risked disadvantaging younger generations. However, this framing often positions generations in competition with one another, and despite widespread debate, there is limited evidence of direct generational conflict or a clear trade-off between youth and senior welfare. While this concept focuses on fairness across generations (Summers and Smith, 2014), it lacks analytical clarity and, as Minow (2021) argues in her paper analysing - *EQUALITY VS. EQUITY*, the broader equity–equality debate has often become politicised. Minow distinguishes equality as the principle of treating everyone the same, assuming equal standing, while equity adjusts support based on perceived needs and circumstances. In this context, relying on the concept of generational equality offers a more grounded and inclusive approach. Unlike equity, which risks reinforcing distinctions based on background or assumptions about needs and wants, equality as a basis for understanding generational inequality avoids discrimination by focusing on whether people are treated the same, regardless of their age or life stage. Therefore, generational equity would be defined as to the fair and equitable distribution of resources, rights, and obligations across different generations within an institution, or the society as a whole (Fiveable, 2024), while, if extrapolated from the definition of “equality”, *generational equality* would be the treating everyone in that institution in an indistinguishable fashion, with an even-handed access to resources and opportunities.

As it stood out in the journal, *Workplace age discrimination and social-psychological well-being*, age operates as an independent axis of workplace inequality, much like race and gender (Roscigno, Zheng and Crowley, 2022) – a distinct form of inequality that should be taken seriously on its own, failing

which, a study from the UNC School of Medicine shows that consequences such as exclusion, poor mental and physical health, and limited economic participation from the recipient of harm and even earlier death might occur (Duerden, 2022). The article "Ageism and Age Discrimination" on HelpGuide.org (2024) addresses the importance of understanding ageism, stressing on its association with stereotyping counterparts based on their age occurring both in the workplace and in personal life, thereby affecting individuals of all ages which highlights the significance of recognising and challenging ageist attitudes and behaviours. This is supported by a key insight from the study, *Age discrimination in healthcare institutions perceived by seniors and students*, by Dobrowolska et al. (2017) – age discrimination can be subtly reinforced through educational practices—particularly when “ageism” is absent from the curriculum, which is further sustained by a range of societal, structural, and psychological factors. Common stereotypes portray older adults as less competent, adaptable, or capable, which would often justify unequal treatment in both workplace and healthcare settings. As per the journal article, *Act your (old) age: Prescriptive, ageist biases over succession, consumption, and identity*, these stereotypes are reinforced by prescriptive age norms—social expectations that older individuals should retire, avoid consuming too many resources, or "act their age." Such norms contribute to assumptions about succession, identity, and more recently, “activation,” which pressures older people to remain independent to avoid being seen as burdensome (North and Fiske, 2013). From *Stereotype Embodiment: A Psychosocial Approach to Aging*, it can be deduced that such societal messages—often negative cues that suggest being "old" is undesirable—are frequently internalised by older adults themselves. As individuals encounter these pejorative stereotypes in media, social interactions, or institutional settings, they begin to see these messages as self-relevant. This internalisation can shape their behaviour in limiting ways, reducing motivation, confidence, and their sense of self-efficacy (Levy, 2009). Additionally, as mentioned in *Age Discrimination in the Context of Motivation and Healthy Aging,* the rapid pace of technological and organisational change further marginalises older populations, especially when their skills are deemed outdated. Where a deterioration in health and motivation—often stereotypically linked to age—can both trigger and result from discrimination, a vicious cycle is materialised. Finally, demographic and economic pressures can foster narratives of generational competition, where older and younger people are framed as rivals for scarce resources, further fuelling intergenerational tension and discriminatory policies (Rothermund, Klusmann, and Zacher, 2021). The University of Louisville found that both white and

minority women attorneys often feel underestimated, overlooked, or excluded due to assumptions about their age and experience (Collins, Dumas and Moyer, 2017), which explains that ageism might be comparable in severity as gender discrimination.

Given these dynamics, it becomes evident that promoting generational equality is not only a matter of social justice but also a foundational element for achieving long-term sustainability. As stated in *The Evolution of Sustainable Development Theory: Types, Goals, and Research Prospects*, the social dimension of sustainable development has often been overlooked or treated as secondary to environmental concerns in future planning (Shi et al., 2021). Social sustainability is defined in the journal, *Understanding and measuring social sustainability* as a process for creating thriving places that promote well-being by addressing what people need from their environments. This includes physical design, social infrastructure, citizen engagement, and cultural life. The article emphasises the need to understand lived experiences (Woodcraft, 2014–15). In their attempt, *What is social sustainability? A clarification of concepts*, Vallance, Perkins, and Dixon (2011) argue that the concept of social sustainability is often vague and inconsistently applied and hence offered a three-part typology to clarify its meaning, where the first lens entailed development sustainability which focuses on meeting basic needs, promoting equity, and empowering disadvantaged groups, aligning with traditional views of sustainable development. Gupta and Vegelin (2016) added in their report, *Sustainable development goals and inclusive development* that social inclusiveness is essential to building just and sustainable societies, supported by interconnected justifications such as humanitarian concern for the vulnerable, legal duties to uphold human dignity, and economic benefits through broader participation in markets. National security is enhanced by addressing basic human needs and this reinforces democratic values by ensuring that development benefits are equitably shared. Complementing this, through their study, *A strategic approach to social sustainability,* Missimer, Robèrt and Broman (2016) identified five foundational elements of social resilience—trust, shared meaning, diversity, learning capacity, and self-organisation—which enable communities to adapt and thrive in the face of change.

In this context, youth perspectives are particularly vital, given their central role in shaping and maintaining the societal structures. Since the last decade, the role of youth workers has evolved from informal, volunteer-based support roles into a more complex and demanding professional field (Borden, Schlomer and Wiggs, 2011). In her review paper, *Youth and cultural practice*, Bucholtz

(2002) opined that youngsters are essential cultural agents who actively shape, challenge, and produce meaning within society. Rather than viewing youth as merely transitioning into adulthood, she emphasises their role in driving cultural innovation, expressing resistance, and navigating the complexities of modernity and globalisation. These young people construct their own identities through language, style, and everyday practices, often highlighting deeper social tensions and inequalities. The article, *The role of youth engagement in positive youth development and social justice youth development for high-risk, marginalised youth* by Yoshitaka Iwasaki (2016) emphasised the transformative power of meaningful youth engagement, that is, they are prompted to make meaningful contributions, with a fresh mindset and set of skills, in communities and systems where they feel heard, valued and given the necessary equipment in terms of senior cognisance.

4. METHODOLOGY

This study adopts a quantitative approach selected to systematically measure trends, attitudes, and patterns using structured data collection and descriptive statistical analysis. This method enables generalisable insights based on measurable responses, aligning with the study's aim to assess perceptions across a diverse student population. The sample consisted of 49 students.

The participants majorly involved members of the Bubble Buddy team at Global College Malta. Bubble Buddies serve as peer support leaders who assist students in navigating academic, administrative, and personal challenges. Their role uniquely positions them to observe student concerns and institutional responses. Their responses provide supplementary insight into how youth perspectives are supported and acted upon within the organisational context.

Malta was selected as the study location due to its growing status as a hub for international students and young migrants pursuing education and life opportunities (GBS Malta, 2022). According to FELTOM CEO, Jessical Rees-Jones (2024), student arrivals increased by 3% in Q2 2024 and a further 7% in August 2024, with the English Language Teaching (ELT) sector accounting for 9.4% of Malta's total guest nights. As more youth enters Malta and engages with new cultural and institutional systems, this setting offers valuable insights into how young people perceive and experience generational inequality in a European context.

This study involves youth participants aged between 18 and 30 years, all of whom are currently living in Malta and enrolled at Global College Malta. Participants were selected using purposive sampling, ensuring they could

meaningfully reflect on their experiences of generational inequality in a European context. Although the European Union officially defines youth as individuals aged 15 to 29 (Eurostat, n.d.), this study extends the range slightly to 30 to include voices at the upper boundary of the youth category, particularly those still in transitional life phases such as higher education or early career development as Arnett (1997) in her publication, *YOUNG PEOPLE'S CONCEPTIONS OF THE TRANSITION TO ADULTHOOD* explained. This is because the majority perceive adulthood as a gradual psychological process shaped by growing autonomy, identity formation, and life experience, thereby they are at a critical stage of identity formation and social integration, which shapes how they perceive fairness, inclusion, and generational dynamics in their new environment.

The survey consisted of multiple-choice designed to explore youth perspectives on generational equality in Malta and it was distributed digitally to students currently enrolled at Global College Malta, and participation was voluntary and anonymous, which explains the response rate being attributed to potential survey fatigue in an academic setting. Nonetheless, the responses gathered provided valuable insights from a diverse group of youth, allowing for meaningful analysis of trends and perceptions relevant to the study's objectives.

5. RESULTS AND DISCUSSION

The below findings of this study reveal valuable insights into how youth perceive generational equality within their academic environment. Responses highlighted varied experiences of fairness, inclusion, and intergenerational dynamics[17], particularly in relation to how younger students feel treated by older staff, faculty, and institutional structures. The data also points to key areas where generational disparities are felt most strongly, as well as where students recognise efforts toward inclusivity. These patterns reflect the broader themes explored in this research and help to ground abstract discussions of equality in the lived realities of students navigating a multicultural European academic setting.

[17] Intergenerational dynamics refer to the patterns of interaction and influence between different generations, often shaped by cultural, social, and economic factors (Rădulescu, Ghinea and Cantaragiu, 2018)

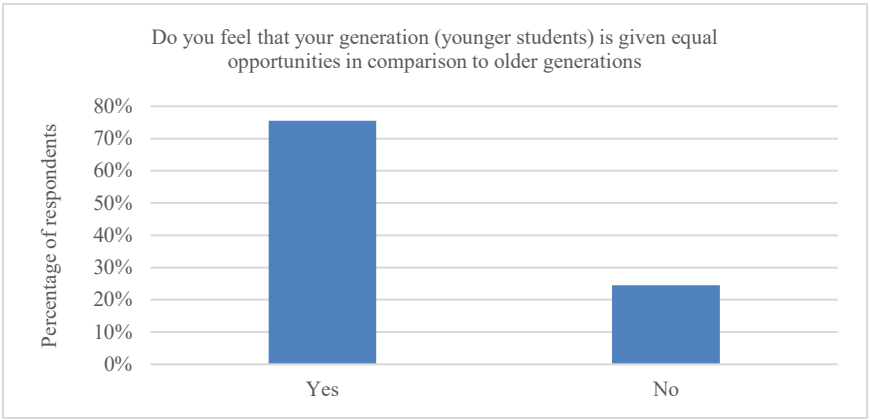


Figure 1: Perceptions of Generational Equality at the college

A majority of respondents (76%) felt that younger students are given equal opportunities compared to older generations within the institution. However, the remaining 24% disagreed, indicating that nearly one in four students still perceive a gap in generational equality. This suggests that while institutional efforts toward equal treatment may be largely effective, there remains a significant minority who experience or perceive generational disparities, warranting further attention to ensure more inclusive and equitable practices.

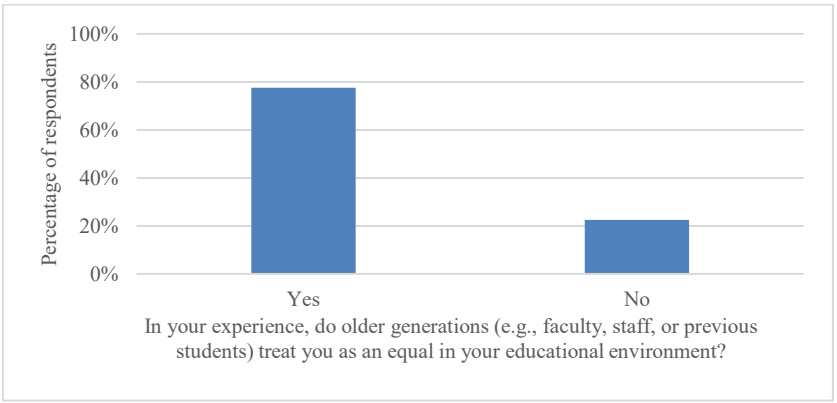


Figure 2: Experiences of Equal Treatment Across Generations at the college

The findings indicate that 78% of respondents feel they are treated as equals by older generations within their educational environment, suggesting a generally positive intergenerational dynamic. However, the 22% who do not share this viewpoint to a notable minority who may still experience age-based disparities in respect or recognition. This highlights the need for continued efforts to

promote mutual understanding and inclusivity across age groups within the institution.

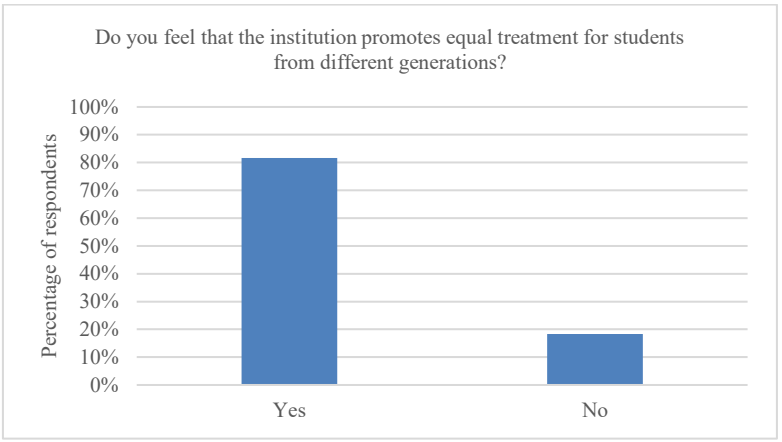


Figure 3: Institutional Support for Generational Equality

A strong majority of participants (82%) believe that the institution promotes equal treatment for students across different generations. This suggests that the institutional culture is broadly perceived as inclusive and fair in its approach to generational diversity. However, the 18% who disagree indicate that some students may still feel overlooked or marginalised based on age, pointing to the importance of ongoing evaluation and reinforcement of equality-driven policies and practices.

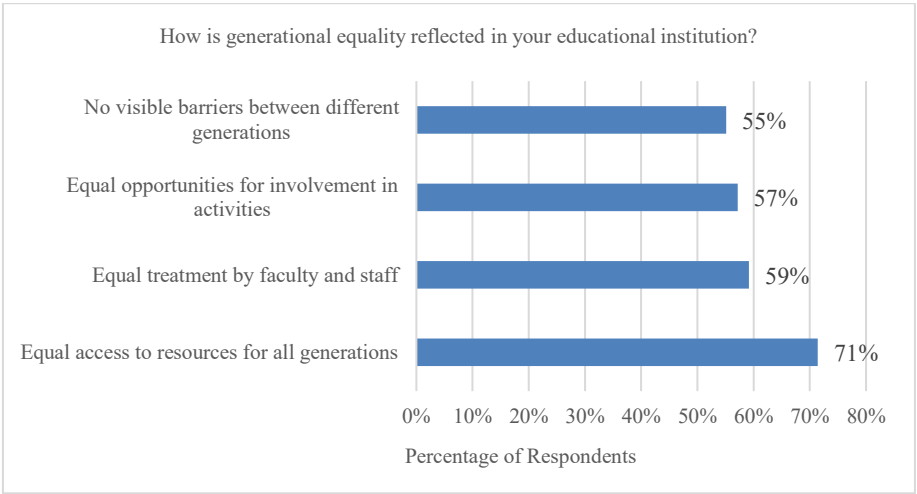


Figure 4: Reflections of Generational Equality Within the Institution

The results suggest that students perceive equal access to resources (71%) as the most prominent reflection of generational equality within their educational institution. This indicates that foundational academic and support tools are widely available regardless of age. However, lower percentages for equal treatment by faculty and staff (59%), opportunities for involvement in activities (57%), and absence of generational barriers (55%) reveal a decline in perceived equality when it comes to interpersonal dynamics and campus engagement. While the institution appears effective in ensuring resource-based fairness, these findings point to areas—particularly social inclusion and staff-student interactions—where perceptions of generational equality are less consistent and may benefit from targeted improvements.

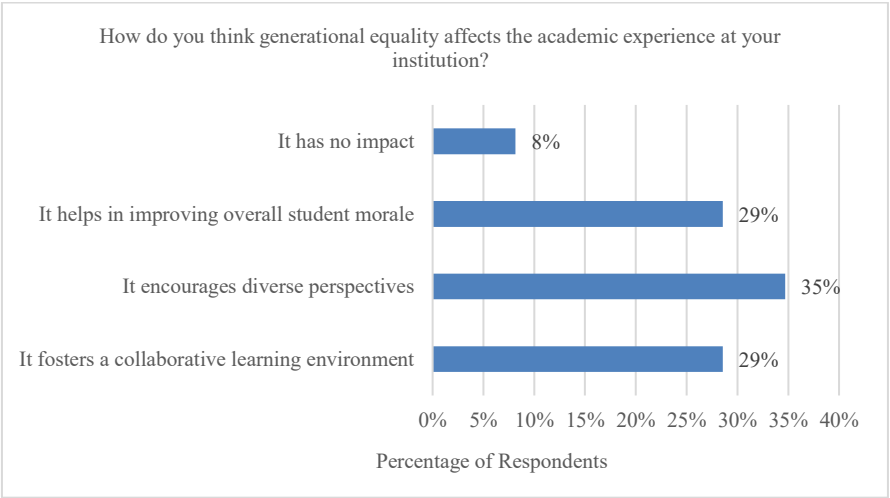


Figure 5: Impact of Generational Equality on Academic Life

The data reveals that students perceive several positive effects of generational equality on their academic experience. The most cited benefit (35%) is that it encourages diverse perspectives, suggesting that students value the inclusion of multiple generational viewpoints in learning. Additionally, 29% of respondents believe it fosters a collaborative learning environment, and another 29% see it as improving overall student morale—highlighting how generational inclusivity contributes to both academic and social well-being. Notably, only 8% felt that generational equality has no impact, reinforcing the idea that most students view it as a meaningful contributor to a supportive and enriching academic atmosphere.

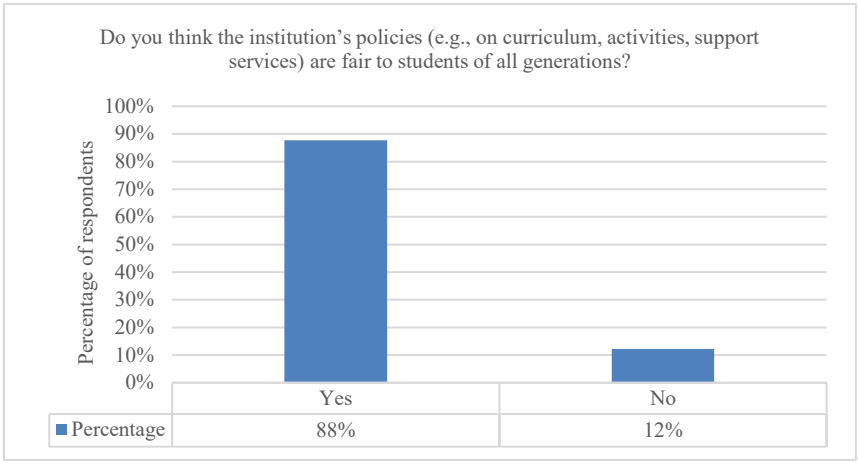


Figure 6: Perceptions of Policy Fairness Across Generations in Education

An overwhelming 88% of respondents believe that the institution's policies—covering curriculum, activities, and support services—are fair to students of all generations. This indicates strong student confidence in the institution's commitment to inclusivity and equitable treatment across age groups. However, the 12% who disagreed suggest that there is still room for improvement, particularly in ensuring that fairness is consistently perceived and experienced by all students, regardless of generational identity. This small but important group highlights the need for continuous evaluation of policy implementation and communication.

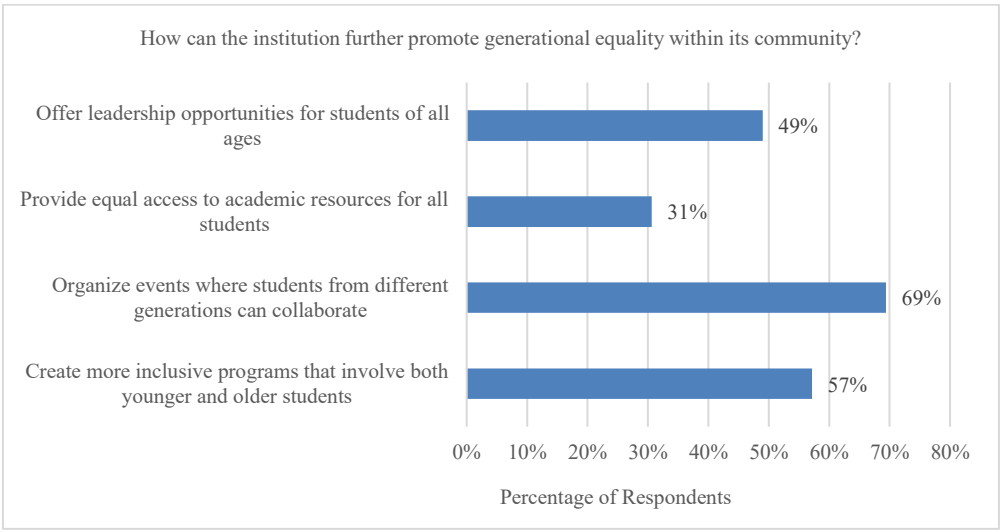


Figure 7: Enhancing Generational Equality in the Institution

The responses indicate that students see collaboration and interaction across age groups as the most effective way to promote generational equality. 69% of respondents believe that organising intergenerational events would be beneficial, followed by 57% supporting the creation of inclusive programs involving both younger and older students. This suggests a strong preference for initiatives that foster direct engagement between generations. Additionally, 49% emphasised the importance of offering leadership opportunities to students of all ages, pointing to the need for equitable representation in decision-making roles. While only 31% selected equal access to academic resources, this may reflect a perception that basic resource access is already being handled relatively well. Overall, students are calling for deeper integration and shared spaces that bridge generational divides within the institution.

6. SUMMARY OF FINDINGS

The findings suggest that while the institutional environment at Global College Malta is generally perceived as generationally inclusive, certain social and participatory aspects remain areas for improvement.

- The high agreement that younger students are given equal opportunities (76%) and that older generations treat them as equals (78%) points to a broadly positive culture within the institution. However, the consistently present minority (around 20–25%) who feel otherwise reveals a persistent undercurrent of perceived inequality that may not always be overt but still affects the student experience.
- Equal access to resources (71%) ranked highest as a reflection of generational equality. This implies the institution is meeting students' foundational academic needs effectively. However, lower percentages for equal treatment by staff (59%) and absence of generational barriers (55%) show that day-to-day interpersonal experiences may be lagging behind formal policy. This disconnect between structural equality and lived experience could undermine the sense of true inclusiveness.
- When asked how generational equality enhances academic life, students most often cited diverse perspectives (35%), collaborative learning (29%), and morale (29%). These responses show that students understand the value of inclusion not just as a fairness issue but as an enabler of quality education and social wellbeing.
- Institutional policies are largely seen as fair (88%), but this does not necessarily translate into uniform lived experiences, again reinforcing

the need to look beyond formal equality and assess informal practices and culture.

- The strongest recommendations from students were intergenerational events (69%) and inclusive programs (57%), highlighting a clear demand for more engagement between age groups. This shows that while policies may be in place, students still crave relational equality—feeling heard, valued, and connected regardless of age.

7. SUGGESTIONS

While Global College Malta demonstrates a broadly inclusive environment for students across generations, the findings highlight areas where everyday experiences could be improved to better reflect the institution's commitment to equality. The presence of supportive structures such as the *Bubble Buddy* system already reflects a commendable effort to promote peer support and community engagement. However, bridging the gap between policy and daily student life requires further steps to strengthen intergenerational cohesion, communication, and student voice.

The Bubble Buddy initiative stands out as a valuable student-led support mechanism. Students in this role have not only offered emotional support through friendly conversations but also provided practical guidance on common concerns such as TRC application and resubmission, housing documentation, CV writing, and job applications. Importantly, they ensure that any information shared is credible and easy to understand, often drawing on real experiences and peer networks. Where necessary, valid queries are referred to the appropriate staff or lecturers, and students receive timely responses, reinforcing trust in the system. This form of peer mediation has helped students feel heard and supported, even when formal involvement from the administration is not required.

To build on this foundation, the college could enhance intergenerational engagement by introducing structured programmes such as mentorship schemes, group projects that encourage collaboration across age groups, and regular intergenerational events. These would facilitate more meaningful connections and reduce generational silos. While formal equality appears to be largely in place, such initiatives would help extend that sense of inclusion into the social and academic culture.

It is also essential to improve staff awareness and consistency in day-to-day interactions. Although institutional policies support fairness, some students have noted that their interpersonal experiences can vary. Regular training for

staff in generational sensitivity, inclusive communication, and awareness of unconscious bias would help ensure that inclusive values are reflected in all student interactions—not just in formal documentation.

Additionally, strengthening the ways youth perspectives are heard is crucial. Students have proposed practical enhancements such as the introduction of a *Youth Advisory Board*, regular town hall meetings, structured feedback surveys, and a physical or digital *suggestion box* to encourage anonymous input. These measures would make it easier for students—particularly new intakes—to share concerns or ideas without barriers. Enhancing communication channels through newsletters or digital updates, and fostering transparency by publishing responses to student feedback, would further build a sense of accountability and trust.

Finally, the integration of inclusivity into both orientation and academic programming remains essential. Ensuring that new students are introduced early on to the values of intergenerational respect and collaboration sets the tone for their entire experience. Embedding age-diverse collaboration in coursework and group activities will also reinforce these values in practical, everyday ways.

Together, these recommendations aim not only to maintain the strong support structures already in place—such as the Bubble Buddy system—but to expand and formalise them in ways that ensure all students, regardless of age, feel fully included, respected, and empowered within the college community.

8. CONCLUSION

This study has shed light on the nuanced experiences and perceptions of youth regarding generational equality within the academic environment of Global College Malta. The findings suggest that while the institution is perceived as largely supportive and inclusive—particularly in terms of policy fairness and resource access—there remain notable gaps in how generational equality is experienced in interpersonal and participatory contexts. Students generally recognise the value of generational inclusion in fostering diverse perspectives, improving morale, and enhancing collaboration. However, a recurring theme across the results is the need for more intergenerational interaction, shared leadership opportunities, and active measures to ensure equality beyond policy frameworks.

By examining generational equality through the lens of youth in a multicultural, European setting, this research contributes to the underexplored social dimension of sustainability. It reinforces the argument that true sustainable

development must include equitable participation and voice across age groups. The findings highlight the importance of fostering generational balance not only as a matter of fairness but also as a driver for institutional resilience, innovation, and social cohesion. Moving forward, institutions should consider integrating youth perspectives more deliberately into decision-making processes and creating structures that reduce age-based barriers—thereby aligning their practices with the broader goals of inclusive and sustainable development.

REFERENCES

1. Al-Khouja, M., Weinstein, N. & Legate, N. (2022) 'Self-expression can be authentic or inauthentic, with differential outcomes for well-being: Development of the Authentic and Inauthentic Expression Scale (AIES).' *Journal of Research in Personality*, 97, p.104191. https://doi.org/10.1016/j.jrp.2022.104191.
2. AXA Research Fund (2022) *Building societal resilience to emerging risks: A global perspective*. AXA Group. Available at: https://www.axa-research.org/ (Accessed: 31 March 2025).
3. Borden, L.M., Schlomer, G.L. and Wiggs, C.B. (2011) 'The evolving role of youth workers', *Journal of Youth Development*, 6(3), pp. 1–13. doi: 10.5195/jyd.2011.186.
4. Bucholtz, M. (2002) 'Youth and cultural practice', *Annual Review of Anthropology*, 31(1), pp. 525–552. DOI: 10.1146/annurev.anthro.31.040402.085443. Available at: https://escholarship.org/uc/item/9nr994xs.
5. Capaldi, N. (2001) *The Meaning of Equality*. In: D. R. Machan (ed.) *Equality: Essays in Honor of Tibor R. Machan*. Stanford: Hoover Institution Press, pp. 1–33.
6. Collins, T.A., Dumas, T.L. and Moyer, L.P. (2017) 'Intersecting disadvantages: Race, gender, and age discrimination among attorneys', *Social Science Quarterly*, 98(5), pp. 1642–1658. doi: 10.1111/ssqu.12479.
7. Dobrowolska, B., Jędrzejkiewicz, B., Pilewska-Kozak, A., Zarzycka, D., Ślusarska, B., Deluga, A., Kościółek, A. and Palese, A. (2017) 'Age discrimination in healthcare institutions perceived by seniors and students', *Nursing Ethics*, 24(6), pp. 1–17. doi: 10.1177/0969733017718392.

8. Duerden, M. (2022) *How Ageism Impacts Us All*. UNC School of Medicine. Available at: https://www.med.unc.edu/medicine/news/how-ageism-impacts-us-all/ (Accessed: 4 May 2025).
9. Encyclopedia of Aging (2025) *Generational equity*. Encyclopedia.com. Available at: https://www.encyclopedia.com (Accessed: 27 March 2025).
10. Eurostat (n.d.) *Children and youth*. European Commission. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/web/children-youth#:~:text=Young%20people%20are%20defined%20as%20being%20between%2015%20and%2029%20years%20old (Accessed: 29 March 2025).
11. Fiveable (2024) *Generational equity – Principles of economics*. Edited by Becky Bahr. Available at: https://fiveable.me/key-terms/principles-econ/generational-equity (Accessed: 3 May 2025).
12. Francioli, S. P. and North, M. S. (2021) 'Youngism: The content, causes, and consequences of prejudices toward younger adults', *Journal of Experimental Psychology: General*, 150(12), pp. 2591–2611. doi: 10.1037/xge0001064.
13. GBS Malta (2022) *Study in Malta: A world of learning awaits students*. Available at: https://gbs.edu.mt/blog/study-in-malta-a-world-of-learning-awaits-students/ (Accessed: 31 March 2025).
14. Gupta, J. and Vegelin, C. (2016) 'Sustainable development goals and inclusive development', *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 16(3), pp. 433–448. doi:10.1007/s10784-016-9323-z.
15. HelpGuide.org (2024). *Ageism and Age Discrimination*. Available at: https://www.helpguide.org/aging/healthy-aging/ageism-and-age-discrimination (Accessed 4 May 2025).
16. Horgan, D., 2015. 'Children and young people's experiences of participation in decision-making at home, in schools and in their communities,' *Dublin: Department of Children and Youth Affairs.*
17. Iwasaki, Y. (2016) 'The role of youth engagement in positive youth development and social justice youth development for high-risk, marginalised youth', *International Journal of Adolescence and Youth*, 21(3), pp. 267–278. doi: 10.1080/02673843.2015.1067893.
18. Levy, B.R. (2009) 'Stereotype embodiment: A psychosocial approach to aging', *Current Directions in Psychological Science*, 18(6), pp. 332–336. doi: 10.1111/j.1467-8721.2009.01662.x.

19. Minow, M. (2021) ‘Equality vs. Equity’, *American Journal of Law and Equality*, 1, pp. 1–23. Doi: 10.1162/ajle_a_00019.
20. North, M.S. and Fiske, S.T. (2013) *Act your (old) age: Prescriptive, ageist biases over succession, consumption, and identity*. Personality and Social Psychology Bulletin, 39(6), pp.720–734. https://doi.org/10.1177/0146167213480043.
21. Missimer, M., Robèrt, K.H. and Broman, G. (2016) ‘A strategic approach to social sustainability – Part 1: Exploring the social system’, *Journal of Cleaner Production*, 140(Part 1), pp. 32–41. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.04.146.
22. Rees-Jones, J. (2024) *35 years on, FELTOM sets strategic vision to keep Malta a top ELT destination*. *Times of Malta*, 26 February. Available at: https://timesofmalta.com/article/35-years-on-feltom-strategic-vision-malta-top-elt-destination.1100087 (Accessed: 29 March 2025).
23. Rădulescu, M. M., Ghinea, V. M. and Cantaragiu, R. (2018) 'Intergenerational gap dynamics', *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 12(1), pp. 829-842. doi: 10.2478/picbe-2018-0074.
24. Roscigno, V.J., Zheng, H. and Crowley, M. (2022) ‘Workplace age discrimination and social-psychological well-being’, *Society and Mental Health*, 12(3), pp. 187–206. doi: 10.1177/21568693221082702.
25. Rothermund, K., Klusmann, V. and Zacher, H. (2021) ‘Age discrimination in the context of motivation and healthy aging’, *Journals of Gerontology: Psychological Sciences*, 76(S2), pp. S167–S180. doi:10.1093/geronb/gbab081.
26. Shahen, M.E., Masaya, W., Kotani, K. & Saijo, T., 2020. *Motivational factors in intergenerational sustainability dilemma: A post-interview analysis*. Sustainability, 12(17), p.7078. https://doi.org/10.3390/su12177078.
27. Shi, L., Han, L., Yang, F. and Gao, L. (2021) ‘The Evolution of Sustainable Development Theory: Types, Goals, and Research Prospects’, *Sustainability*, 13(2), p. 655. doi:10.3390/su13020655.
28. Stanford Encyclopedia of Philosophy (2001) *Equality*. Available at: https://plato.stanford.edu/entries/equality/ (Accessed: 4 May 2025).
29. Summers, J.K. and Smith, L.M., 2014. The role of social and intergenerational equity in making changes in human well-being sustainable. *Ambio*, 43(6), pp.718–728. doi:10.1007/s13280-013-0483-6.

30. United Nations Department of Economic and Social Affairs (2020) *World Social Report 2020: Inequality in a Rapidly Changing World*. New York: United Nations. Available at: https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2020/02/World-Social-Report2020-FullReport.pdf (Accessed: 4 May 2025).
31. Woodcraft, S. (2014–15) 'Understanding and measuring social sustainability', *Journal of Urban Regeneration and Renewal*, 8(2), pp. 133–144.

ANNEX 1

Bibliography: Survey Questions

1. *Do you believe there is generational equality in your educational institution?*
- *Yes*
- *No*

2. *In your opinion, how is generational equality reflected in your educational institution? (Check all that apply)*
- *Equal access to resources for all generations*
- *Equal treatment by faculty and staff*
- *Equal opportunities for involvement in activities*
- *No visible barriers between different generation*

3. *Do you feel that your generation (younger students) is given equal opportunities in comparison to older generations (faculty, staff, alumni, etc.)?*
- *Yes*
- *No*

4. *In your experience, do older generations (e.g., faculty, staff, or previous students) treat you as an equal in your educational environment?*
- *Yes*
- *No*

5. *How do you think generational equality positively affects the academic experience at your institution?*
- *It fosters a collaborative learning environment*
- *It encourages diverse perspectives*
- *It helps in improving overall student morale*
- *It has no impact*

6. *Do you feel that the institution promotes equal treatment for students from different generations?*
- *Yes*
- *No*

7. *Have you ever been told you're "too young to understand" or "not experienced enough" when trying to contribute your opinion or ideas?*
- *Yes, often*
- *Yes, but it depends on the intensity on the situation*
- *No*

8. *In your opinion, how does generational equality contribute to creating a fair learning environment for all students?*

- *Encourages mutual respect among different generations*
- *Reduces feelings of isolation or exclusion*
- *Fosters an inclusive campus culture*
- *It doesn't have any effect*

9. *How would you rate the institution's efforts in promoting generational equality?*
- *Very good*
- *Good*
- *Fair*
- *Poor*

10. *Would you like to see more initiatives or programs that promote generational equality (e.g., intergenerational mentorship, workshops, etc.)?*
- *Yes*
- *No*

11. *Do you think the institution's policies (e.g., on curriculum, activities, support services) are fair to students of all generations?*
- *Yes*
- *No*

12. *How can the institution further promote generational equality within its community? (Check all that apply)*
- *Create more inclusive programs that involve both younger and older students*
- *Organize events where students from different generations can collaborate*
- *Provide equal access to academic resources for all students*
- *Offer leadership opportunities for students of all ages*

13. *Have you personally experienced any form of generational equality (or lack thereof) during your time at the institution?*
- *Yes*
- *No*

14. *Do you believe that the institution has a culture of inclusivity and equality among different generations of students, faculty, and staff?*
- *Yes*
- *No*

15. *How do you feel about interacting with students and faculty from different generations?*
- *Very comfortable*
- *Somewhat comfortable*
- *Neutral*
- *Uncomfortable*

SUSTAINABLE MOBILITY THROUGH PUBLIC INVESTMENT: A CASE STUDY OF THE "NON-MOTORIZED TRANSPORT CORRIDOR" PROJECT IN BACĂU, ROMANIA

ODRŽIVA MOBILNOST KROZ JAVNA ULAGANJA: STUDIJA SLUČAJA PROJEKTA „KORIDOR ZA NEMOTORIZIRANI TRANSPORT“ U BACĂU, RUMUNIJA

Stručni rad / Professional paper

Elena Denisa Boghiu [*]
Ana Maria Buga [*]
Sabianca Munteanu [*]
PhD Gabriela Fotache [*]

Abstract

Sustainable urban mobility is an essential component of modern city planning, contributing to the reduction of carbon emissions, the improvement of public health, and the increase of urban accessibility. This paper presents a case study on the "Non-Motorized Transport Corridor" project implemented in Bacău, Romania, as part of a broader strategy for green mobility and sustainable urban development. The research analyzes the project's objectives, implementation process, developed infrastructure, environmental and societal impact, as well as the challenges encountered. The results highlight the role of public investment in promoting alternative transport solutions and provide insights into the potential replication of similar projects in other urban environments.

Keywords*: Sustainable mobility, urban transport, green transition, eco-friendly infrastructure, cycling lanes, pedestrian pathways, public investment, urban planning.*

[*] George Bacovia University, email: elena-denisa.boghiu@ugb.ro
[*] George Bacovia University, email: ana-maria.mandache@ugb.ro
[*] George Bacovia University, email: sabianca.munteanu@ugb.ro
[*] George Bacovia University, email: gabriela.fotache@ugb.ro



Figure 1. Pedestrian overpass "Non-motorized Transport Corridor" Project in Bacău, Romania

1. INTRODUCTION

Urban areas across the globe are grappling with the growing challenges of traffic congestion, air pollution, carbon emissions, and deteriorating public health—all exacerbated by over-reliance on motorized transport. In this context, sustainable mobility has emerged as a forward-looking solution aimed at transforming urban transportation systems to be more efficient, equitable, and environmentally responsible. By promoting active modes of transport - such as walking and cycling - alongside public transit, sustainable mobility contributes to the creation of livable cities while supporting climate and health objectives.

A critical driver of this transformation is public investment in eco-friendly infrastructure and mobility projects. Strategic funding enables cities to design and implement long-term solutions that not only reduce environmental impact but also enhance accessibility and urban resilience. Publicly funded initiatives are often the catalyst for modal shifts, fostering behavioral change and increasing the viability of non-motorized transport.

Within this broader context, the city of Bacău, Romania has taken an important step by developing the "Non-Motorized Transport Corridor", a project aimed at reconfiguring urban mobility patterns by prioritizing pedestrian and bicycle infrastructure. This corridor serves as both a symbolic and practical intervention in reshaping local transport dynamics and encouraging low-impact commuting alternatives.

The present study aims to analyze this project as a case study in sustainable urban mobility, with a focus on assessing its planning rationale,

implementation process, and potential long-term benefits. The objectives are to (1) evaluate the role of public investment in promoting sustainable mobility, (2) explore the impact of infrastructure on mobility behavior, and (3) contribute empirical insights to the growing body of research on active transport and urban sustainability. Through this localized investigation, the article adds to the academic and policy discourse on how cities in Eastern Europe can advance sustainable development goals through targeted, community-oriented transport interventions.

Research Methodology

This research follows a qualitative case study approach, using document analysis and field observations. Primary data sources include reports from local authorities, urban planning documents, and direct observations of the infrastructure and its usage

Case Study Approach: Justification and Relevance

The use of the case study method is justified by the specific and contextual nature of the “Non-Motorized Transport Corridor” project in Bacău. This approach enables a detailed and in-depth analysis of a concrete example of urban intervention, offering valuable insights into how sustainable mobility theories are applied in practice. The case study is relevant as it emphasizes the interaction between public policies, infrastructure, and user behavior in a real urban context.

Data Analysis Techniques

The thematic content analysis was used to identify key themes and emerging perspectives from official documents, implementation reports, and field observations. This methodological approach allowed a complex and nuanced understanding of the project’s impact on sustainable urban mobility

Research Hypotheses:

1. The "Non-Motorized Transport Corridor" project will help reduce motorized traffic in the areas adjacent to the corridor.

2. Implementing infrastructure for non-motorized transport in Bacău will increase the use of bicycles and walking as daily transportation methods.

3. The Bacău project can be replicated in other medium-sized cities in Romania, with minimal adjustments to local contexts.

4. Investments in infrastructure for non-motorized transport contribute to reducing carbon emissions in urban areas.

5. Public acceptance and behavioral change are key factors in the success of sustainable urban mobility projects.

2. BACKGROUND: PUBLIC INVESTMENT IN SUSTAINABLE MOBILITY

Public investment in sustainable mobility is increasingly recognized as a fundamental pillar in the transition toward environmentally responsible urban development. National and local governments across Europe are deploying strategic funding and policy instruments to reduce car dependency, promote active travel, and create inclusive, low-carbon transport systems. These efforts are often reinforced by broader European Union initiatives and financial support mechanisms that enable the scaling up of sustainable mobility projects.

A Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP) is an effective way to address transportation issues in urban areas.

A clear coordination strategy should define how and when each citizen is involved. Through appropriate engagement of citizens and stakeholders, both decisions for or against certain urban mobility measures, as well as the SUMP itself, can gain significant "public legitimacy."

The importance of public investments in green mobility projects includes:

- Facilitating access to jobs and services for all;
- Increasing the attractiveness and quality of the urban environment.

A strategic vision offers a qualitative description of the desired urban future and helps coordinate the development of appropriate planning measures. The vision must be defined by specific objectives indicating the type of transformation desired.

Governmental Roles in Advancing Green Transport

At the national and municipal levels, governments play a decisive role in promoting green transport through infrastructure investments, regulatory frameworks, and public awareness campaigns. Local authorities, in particular, act as key implementers of mobility initiatives, translating broader sustainability goals into tangible interventions such as bike lanes, pedestrian zones, and car-free areas (Banister, 2008). In Romania, for instance, recent urban mobility plans (PUMs) developed under EU cohesion policies emphasize non-motorized modes and align with national strategies for sustainable development (Romanian Ministry of Environment, 2022).

These initiatives are often supported by fiscal incentives, public procurement policies, and integrated urban planning. Governments also play a role in aligning transport policies with climate objectives, such as those outlined in the European Green Deal and national climate action plans (EC, 2019).

European Policies and Funding Opportunities

The European Union has long been a driver of sustainable transport, offering not only legislative frameworks but also substantial funding for non-motorized infrastructure through instruments like the European Regional Development Fund (ERDF), Cohesion Fund, and Connecting Europe Facility (CEF). The EU Urban Mobility Framework (2021) emphasizes the need for cities to shift toward cleaner, more active forms of transport and integrates funding with Sustainable Urban Mobility Plans (SUMPs) to guide strategic development (European Commission, 2021).

Notably, the Next Generation EU recovery plan also prioritizes green transition investments, opening additional channels for local governments to co-finance walking and cycling projects. In Central and Eastern European countries, EU funds have played a transformative role in initiating modern pedestrian and cycling corridors.

Best Practices from European Cities

Several European cities stand out as exemplary models for integrating non-motorized mobility into urban planning. Copenhagen, often referred to as the world's cycling capital, has invested over €130 million in cycling infrastructure since 2006, resulting in over 60% of city residents commuting by bike (Gössling, 2013). Amsterdam and Utrecht follow similar models with separated cycle paths, high bike-parking capacity, and cyclist-friendly traffic signals, supported by long-term public funding.

In Vienna, pedestrianization efforts in city centers, supported by EU funding, have improved urban livability and retail activity (Gehl, 2010). Meanwhile, Ljubljana, Slovenia, has transformed its city core into a car-free zone, drastically improving air quality and public space access, a model highly relevant to mid-sized Eastern European cities like Bacău.

These examples underline the importance of visionary leadership, public engagement, and sustained investment in realizing the full potential of active mobility. The replication of such models requires adaptation to local contexts, but the foundational elements - integrated planning, dedicated financing, and supportive policy - remain universally applicable.

3. CASE STUDY: ‘NON-MOTORIZED TRANSPORT CORRIDOR’ IN BACĂU, ROMANIA

The "Non-Motorized Transport Corridor" project in Bacău is an urban initiative aimed at encouraging sustainable mobility through the creation of

active infrastructure for pedestrians and cyclists. The project aims to reduce carbon emissions, ease road traffic, and improve quality of life in the city.

The study aims to highlight how non-motorized transport infrastructure can influence the reduction of road traffic, the improvement of air quality, and the promotion of an active lifestyle

Brief History

The city of Bacău is the oldest urban settlement in the Piemont Plateau, located on the first terrace of the Bistrița River, with economic and administrative importance dating back to the 15th century. Today, the city is approximately six times larger than it was in 1930 and represents a major economic and cultural center in the region.

Bacău is the capital of the county with the same name, located in the central part of Romania's North-East Region.

Administratively, Bacău borders the communes of Hemeiuș and Săucești to the north, Letea Veche to the east, Nicolae Bălcescu to the south, Sărata to the southwest, and Luizi-Călugăra, Măgura, and Mărgineni to the west. The city spans an area of 4,282 hectares and lies at altitudes between 151 and 181 meters.

Its favorable geographic position and natural setting have contributed to the rapid development of the settlement on the banks of the Bistrița River since ancient times. Bacău gradually evolved into a key hub for transportation and trade in the central-western part of Moldova.

The city lies at the intersection of several major trade routes, such as: the Siret Road (also known as the Moldavian Road), linking Baltic cities with the Danube-Pontic region; the oil route from Moinești; the salt road from Târgu Ocna; the Brașov route (also called the Lower Road); as well as Transylvanian trade routes crossing the Eastern Carpathians through the Ghimeș, Bicaz, and Tulgheș passes. The rafting route along the Bistrița River also played a key role, facilitating the transport of timber and other goods.

Project Description

The pedestrian and cyclist overpass in Bacău is a project aimed at improving infrastructure for non-motorized transport by connecting two key city areas: Cancicov Park and the stadium area. This project is part of a series of modernization initiatives intended to support sustainable transportation and reduce traffic congestion in the city center.

According to Bacău's Integrated Urban Development Strategy (SIDU), the responses collected to determine the means of transport used for daily trips led to the following conclusions:

- Daily: the private car is used in the highest proportion, 65.9%, followed by public transport at 11.5%, the bicycle at 5.5%, and walking at 41.8%.

- Weekly: the private car is used by 17.6% of respondents, public transport by 12.1%, the bicycle by 16.5%, and walking by 29.7%.

- Monthly: the private car is used by 1.6%, public transport by 15.4%, the bicycle by 17.6%, and walking by 11.5%.

- When it rains or snows: 2.2% use their private car, 13.7% use public transport, 0.5% use the bicycle, and 1.1% go on foot.

- A share of respondents never uses: the private car – 8.2%, public transport – 40.7%, the bicycle – 49.5%, and walking – 6.6%.

Participants in the study stated they would use the bicycle more often for daily travel if the infrastructure allowed it, by building dedicated bike.

Assuming that the transport infrastructure allowed for the efficient use of any means of transport, survey respondents would most likely or probably choose: walking – 73.1%, public transport – 56.6%, bicycle – 55.5%, and private car – 52.2%.

In conclusion, if cycling infrastructure were improved, the number of bicycle users would increase from 16% to 55.5% – a significant percentage that justifies the proposed investments within the project.



Figure 2. Project site location

The project covers a continuous route through the alleys of Cancicov Park, with exits toward Spiru Haret Street, Măgura Caşin Street, and Calea Mărăşeşti, as well as Spiru Haret Street again, the 'Cascada' stairs, and the pedestrian pathway between George Bacovia University and the Sports facilities of the city.

The project is estimated at €5 million, which covers both construction costs and future maintenance of the overpass. The investment is funded through local and national resources, and the works are overseen by local authorities to ensure deadlines and quality standards are met.

Currently, the overpass is in an advanced stage of construction, with about 60% completion. As of June 2023, 70% of the main pillars had been completed, and teams were focusing on installing suspension cables and structural detailing.

Work is expected to be completed by the end of 2025, and the overpass will be opened to the public immediately afterward. In the coming period, construction teams will finish assembling the metal structure and preparing the overpass for public.



Figure 3. Stages of project implementation
Source: Foto by Ștefan Andrei Scarlat, student, Management, George Bacovia University, Romania

Benefits of the Overpass

The overpass will provide benefits for the residents of Bacău, including:

- Reducing congestion on Calea Mărășești by promoting pedestrian and bicycle traffic. The overpass will connect two densely populated areas, easing pressure on main roads and encouraging more ecological and sustainable transportation.
- Improving accessibility between two important city zones and promoting sustainable transport, which will contribute to lowering carbon emissions. Once completed, the overpass will provide safe and quick access between Cancicov Park and the stadium area, enhancing connectivity for residents.
- Urban development – This project is part of a broader effort to revitalize the city and create a more environmentally friendly and mobility-efficient urban environment.



Figure 4. Access to George Bacovia University



Figure 5. Stages of project implementation - Access to George Bacovia University
Source: Foto by Ştefan Andrei Scarlat, student, Management, George Bacovia University, Romania

Challenges during Construction

Several challenges affected the construction pace, including:

• Technical issues– For example, groundwater encountered during excavation slowed down foundation work. Teams had to implement extra technical solutions to prevent water infiltration and protect the structure.

• Traffic impact – During construction, traffic restrictions on Calea Mărăşeşti caused discomfort for residents and visitors. However, authorities made efforts to minimize disruption to public and private transport routes.

• Financial challenges – Additional costs caused by plan modifications and technical delays required adjustments to the initial budget, but these were successfully managed to keep the project on track.

Capacities Resulting from the Investment (in Physical Units)

1. Estimated Annual Reduction in Greenhouse Gas Emissions (tons of CO_2 equivalent/year)

- Value for the baseline year (2018): 1,950.00 tons of CO_2 equivalent
- Estimated value for the first year after project implementation (2026): 2,055.40 tons of CO_2 equivalent
- Estimated value for the final year of the financing contract's durability period (2030): 2,231.80 tons of CO_2 equivalent

Estimated reduction in GHG emissions (CO_2 equivalent):

– by 6.4% in the first year after project implementation (2026),

– and by 5.6% in the final year of the durability period of the financing contract (estimated 2030).

2. Estimated Annual Increase in the Number of People Using the Constructed/Modernized/Extended Pedestrian Routes

- Estimated value for the baseline year (2018): 168,707 people
- Estimated value for the first year after project implementation (2026): 181,333 people
- Estimated value for the final year of the financing contract's durability period (2030): 185,729 people

Estimated annual increase in pedestrian traffic:

– by 7.5% in the first year after project implementation (estimated 2026),

– and by 10.1% in the final year of the financing contract's durability period (estimated 2030).

3. Estimated Annual Increase in the Number of People Using Bicycle Tracks/Routes

- Estimated value for the baseline year (2018): 10,997 people
- Estimated value for the first year after project implementation (2026): 11,745 people
- Estimated value for the final year of the financing contract's durability period (2030): 12,335 people

Estimated annual increase in bicycle use:

– by 6.8% in the first year after project implementation (estimated 2026),

– and by 12.2% in the final year of the financing contract's durability period (estimated 2030).

The Future of the Project

The Bacău overpass is expected to become more than just a transit structure – it will stand as a symbol of the city's development. In the future, it may become part of a broader eco-friendly transport system, integrated into a network of overpasses and bike lanes that will transform Bacău into a model of urban sustainability. Moreover, the overpass will support the development of the surrounding area, encouraging investment in commerce, tourism, and other economic sectors.

4. CONCLUSIONS:

The footbridge in Bacău represents a highly important infrastructure project, playing an essential role in urban development and in improving the quality of life for residents. Although the construction process was marked by various technical and financial challenges, these were successfully overcome. Once completed, the footbridge will bring significant benefits in terms of urban mobility, accessibility, and connectivity. The project marks an important step towards the modernization of the city, contributing to the creation of a more functional, sustainable, and community-oriented urban space.

A favorable aspect for the development of sustainable urban mobility infrastructure is the European Union's focus on supporting this type of investment through the European Regional Development Program. Reducing greenhouse gas emissions generated by the transport sector has been a key objective of the EU both during the 2014–2020 programming period and in the 2021–2027 programming period.

In this context, the necessity and opportunity to fund the current investment objective, as well as complementary projects, are clearly justified.

Sustainable mobility represents the development of a strong, ecological, and efficient alternative transport system — one that is environmentally friendly, yet stable and rooted in tradition. It ensures a balance between leveraging traditional transport modes and infrastructure, and the need for modernization, efficient resource consumption, and the promotion of non-polluting transport methods.

To improve the urban transport system, we propose establishing a legislative framework through which Romania can enhance its public investment policies by adopting strategies that ensure any project — regardless of its scale — is implemented and completed on time and with a favorable cost-efficiency ratio, as long as it serves the real needs of the citizens.

For the successful adoption of this strategy, we recommend the proactive involvement of decision-making state representatives in the project selection and prioritization process. Moreover, project prioritization should align with the structural development strategies of local communities, based on specifically identified needs and carefully monitored feasibility studies - not on the political affiliation of local public administrations or individual interests.

Additionally, we believe that the active monitoring of both financial and non-financial performance indicators is essential to assess the efficiency of the investment implementation.

In conclusion, to improve citizens' quality of life, we propose the careful identification of population needs and the strategic prioritization of public investment, ensuring that the overall efficiency of projects is maximized.

REFERENCES

1. Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80
2. European Commission (2019). *The European Green Deal*. https://ec.europa.eu/
3. European Commission (2021). *New EU Urban Mobility Framework*. https://transport.ec.europa.eu/
4. Gehl, J. (2010). *Cities for People,* Island Press, .
5. Gössling, S. (2013). Urban transport transitions: Copenhagen, city of cyclists. *Journal of Transport Geography*, 33, 196–206
6. Romanian Ministry of Environment (2022). *National Strategy for Integrated Urban Development for Resilient, Green, Inclusive, and Competitive Cities 2022–2035 — Romania's Urban Policy,* https://sgg.gov.ro/1/strategii-domeniu-04-protectia-mediului/
7. https://municipiulbacau.ro/
8. https://www.adrnordest.ro/
9. https://ziaruldebacau.ro/lucrari-pe-timp-de-noapte-la-pasarela-peste-calea-marasesti/
10. https://lucianstanciuviziteu.ro/pasajul-suprateran-de-la-ciupercute-trece-intr-o-noua-faza-de-constructie/
11. https://municipiulbacau.ro/wp-content/uploads/2021/09/pmud_bc.pdf
12. https://www.desteptarea.ro/a-inceput-forajul-la-pasajul-suprateran-care-va-traversa-calea-marasesti/

AI AND THE GREEN TRANSITION: MAKING EUROPE'S FESTIVALS AND CONFERENCES MORE SUSTAINABLE

VJEŠTAČKA INTELIGENCIJA I ZELENA TRANZICIJA: KA ODRŽIVIJIM FESTIVALIMA I KONFERENCIJAMA U EVROPI

Pregledni rad / Review paper

Belicia Ria Dsilva, student*

Abstract

The climate crisis has placed increasing pressure on all sectors to operate more sustainably, and Europe's festivals and conferences are no exception. These large-scale events, while vital for culture, tourism, and innovation, also consume significant energy, generate massive waste, and contribute to carbon emissions. With the European Green Deal setting ambitious targets for carbon neutrality, there is a growing demand for smarter, greener operations within the events sector. Artificial Intelligence (AI), with its capabilities in real-time optimisation, predictive analytics, and intelligent resource management, presents promising opportunities to support this green transition.

This paper examines how AI can facilitate the green transition within the events industry in Europe. The study begins with a comprehensive literature review, assessing the current landscape of AI applications aimed at enhancing sustainability in festivals and conferences. It then critically analyses five core papers on the ways in which AI is being used to optimize energy efficiency, improve waste management, and encourage sustainable attendee behaviour. Key challenges and limitations, such as data quality, financial barriers, and ethical considerations, are identified and discussed. Drawing on focused analysis of core academic studies, the paper highlights both the progress achieved and the gaps that remain in the adoption of AI for sustainable event management. Finally, practical recommendations are offered to guide future efforts in leveraging AI to support a more sustainable and resilient events sector.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Green Transition, Sustainability, Events Industry, Waste Management, Europe, Carbon Footprint.

* Global College Malta, Malta, email: belicia.2023sep@gcmalta.com

1. INTRODUCTION

Environmental issues today are not distant problems, they are happening now and demand urgent solutions. The term *green transition* refers to a society-wide shift toward practices that reduce environmental harm, particularly by cutting carbon emissions, conserving resources, and embracing renewable technologies. In Europe, this transition is being driven forward by ambitious frameworks such as the European Green Deal, which urges industries to adopt environmentally conscious models in line with climate neutrality goals.

Artificial Intelligence, or AI, refers to the development of computer systems that can perform tasks typically requiring human intelligence such as problem-solving, learning, and decision-making. When applied effectively, AI has the power to make systems more efficient and less wasteful, which is crucial for any sector aiming to become more sustainable.

Sustainability itself means meeting current needs without compromising the ability of future generations to meet theirs. It is a balancing act between environmental health, economic viability, and social equity.

This paper focuses on how AI can contribute to the green transition by making Europe's large-scale events like festivals and conferences more sustainable. These events often go unnoticed in climate discussions, despite producing waste on par with small towns. Glastonbury Festival in 2019 alone generated over 2,000 tonnes of rubbish in just five days, highlighting the urgent need for smarter event management (BBC, 2019).

The objectives of this paper are fourfold: to explore existing academic research on AI and sustainability in events, to assess how AI is currently used to reduce environmental impact, to identify challenges and gaps in implementation, and to offer practical recommendations for future adoption. Through this investigation, the paper seeks not just to understand how AI supports greener events, but to reimagine its potential role in shaping a more sustainable future for Europe's cultural and professional landscapes.

2. LITERATURE REVIEW

The intersection of artificial intelligence (AI) and sustainability in Europe's events sector has emerged as a pivotal area of research, driven by the urgent need to reduce the environmental impact of festivals and conferences. As large gatherings continue to generate significant energy consumption, waste, and

carbon emissions, scholars and practitioners alike have turned to AI as a potential enabler for greener operations and smarter resource management (Buhalis et al., 2019; Vinuesa et al., 2020). The European Green Deal, with its ambitious targets for carbon neutrality, has further accelerated this trend, prompting a surge of studies exploring how digital technologies can support the transition to sustainable event management (European Parliament, 2021).

Early research into AI's role in sustainable events focused primarily on its capacity for real-time data processing and predictive analytics. For instance, Buhalis et al. (2019) demonstrated that AI-driven systems could optimize energy use and resource allocation at tourism-related events, resulting in measurable reductions in both costs and emissions. In addition, Callegati et al. (2018) examined how machine learning algorithms, when integrated into smart event management systems, processed thousands of data points to dynamically control ventilation, lighting, and air quality. Their findings indicated that such systems could reduce carbon emissions at indoor conferences by up to 30%. These results are echoed in the work of the World Economic Forum (2024), which reported that AI-based energy management tools have enabled venues to decrease peak electricity demand by nearly 20% through intelligent scheduling and load balancing.

Waste management represents another critical challenge for large-scale events, and here too AI has shown considerable promise. Gursoy et al. (2019) found that AI-powered sorting robots and computer vision systems increased recycling accuracy at music festivals, reducing landfill waste by as much as 40%. Similarly, the European Central Bank (2025) highlighted the effectiveness of AI-augmented waste tracking, which improved recycling rates to over 90% at several European festivals. These findings are reinforced by the work of Zhang et al. (2021), who suggested that AI could facilitate material flow tracing and support circular economy strategies within temporary event environments. Moreover, MDPI's 2023 review emphasized that real-time predictive models have enabled organizers to optimize waste collection routes, resulting in a 35% reduction in collection trips and associated emissions.

The behavioural dimension of sustainability has also received increasing attention, particularly with the advent of AI-driven nudging and personalization. Hamari et al. (2021) observed that personalized eco-prompts and gamified interfaces, powered by AI, significantly increased attendee engagement with green initiatives at festivals. Their study found that such interventions led to a 27% rise in the use of sustainable transport options

among participants. In a related vein, Ferreira and Oliveira (2022) demonstrated that digital nudges-tailored messages generated by AI-encouraged more sustainable behaviours, such as recycling and public transport use, during large events. The European Parliament (2021) further confirmed that AI-enabled dynamic pricing systems could reduce single-use plastic consumption at conferences by up to a third.

A growing body of literature has also explored the integration of AI with renewable energy systems at events. Koirala et al. (2021) investigated the deployment of AI-powered microgrids at German tech expos, finding that these systems increased the share of renewables in the energy mix to over 70%. This aligns with the analysis of the World Economic Forum (2024), which emphasized the role of AI in optimizing the operation of distributed energy resources and facilitating the integration of solar and wind power into event infrastructure. Furthermore, Sukhdev et al. (2018) highlighted the potential of AI for long-term environmental impact assessment, allowing organizers to track emissions and resource use beyond the event itself.

Despite these advances, several scholars have cautioned that the environmental benefits of AI are not automatic. Walker and Jones (2022) pointed out that the energy consumption of high-performance AI systems, especially those reliant on cloud computing, can be substantial. Their review stressed the importance of powering AI infrastructure with renewables to ensure net-positive outcomes. This concern is echoed in the DIVA Portal's 2024 analysis, which found that the sustainability gains from AI only materialize when at least two-thirds of the underlying energy is sourced from green technologies. Jasanoff and Simons (2003) have also warned against a purely techno-centric approach, arguing that the social and ethical dimensions of sustainability must be embedded within AI governance frameworks to avoid unintended consequences.

The literature further identifies several barriers to the widespread adoption of AI in the events sector. Bocken et al. (2014) noted that a lack of real-time data and fragmented information systems often hinder the effective deployment of AI tools. Larsen and O'Reilly (2021) emphasized the importance of partnerships between technology providers and event organizers, suggesting that collaborative approaches are essential for overcoming technical and organizational challenges. In addition, Khalid et al. (2022) proposed a sector-specific AI framework for event planning, incorporating logistics optimization, energy forecasting, and attendee tracking. However, they identified persistent

obstacles such as limited digital infrastructure, insufficient technical expertise, and concerns about data privacy.

Policy integration has emerged as a crucial theme in recent studies. Vinuesa et al. (2020) conducted a comprehensive analysis of AI's alignment with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), finding that responsible AI deployment can support progress on nearly 130 SDG targets, particularly in areas related to climate action, resource efficiency, and transparency. Nonetheless, the same study cautioned that poorly governed AI could undermine sustainability efforts, highlighting the need for robust regulatory frameworks. The European Green Deal analysis (European Parliament, 2021) similarly stressed that AI adoption in events should complement, rather than replace, human oversight and ethical decision-making.

Another strand of research has examined the communication of sustainability at events. Mair and Laing (2012) revealed a persistent gap between the rhetoric and reality of green practices at international conferences. While many events publicly promote sustainability, few back these claims with transparent, data-driven systems. AI tools that automate environmental data collection and reporting could help bridge this gap, but their adoption remains limited. Gevme (2023) argued that integrating AI into event management platforms not only streamlines operations but also enhances the credibility and accountability of sustainability claims.

In addition to these thematic areas, several studies have explored the broader implications of AI for the circular economy in events. Zhang et al. (2021) proposed that AI could be used to trace material flows, facilitate reuse schemes, and minimize waste, although real-world applications in event settings remain rare. The DOAJ (2024) review noted that most existing studies focus on short-term interventions or prototypes, leaving a gap in understanding the long-term cost-effectiveness and environmental returns of AI-enabled solutions. Privacy risks, regional disparities in digital readiness, and the diversity of event formats across Europe further complicate the picture (Bui & Marra, 2020).

Despite these challenges, the literature is broadly optimistic about AI's transformative potential. Vinuesa et al. (2020) and the World Economic Forum (2024) both contend that, when responsibly deployed, AI can serve as a catalyst for smarter, greener, and more accountable event experiences. However, they emphasize that technological investment must be matched by sustained interdisciplinary research, ethical oversight, and supportive policy frameworks to realize AI's full potential in advancing Europe's green transition.

In summary, the existing body of research underscores the significant opportunities and persistent challenges associated with leveraging AI for sustainability in Europe's festivals and conferences. AI has demonstrated its capacity to optimize energy use, enhance waste management, and promote sustainable behaviours, yet concerns about energy consumption, data privacy, and policy integration remain. The literature calls for a holistic approach that combines technological innovation with ethical governance and cross-sector collaboration. By addressing these gaps, AI can play a central role in aligning the events sector with Europe's ambitious environmental goals and supporting the broader transition to a sustainable future.

3. METHODOLOGY

A research methodology is defined as the systematic process used to collect, analyse, and interpret information to answer specific research questions. In this study, a qualitative approach based solely on secondary data has been adopted. The research is structured as a literature review, aiming to synthesize existing academic and industry knowledge on how artificial intelligence (AI) can support the green transition in Europe's festivals and conferences.

To ensure the relevance and quality of the sources, a comprehensive search was conducted across academic databases such as Google Scholar and Scopus, as well as reputable open-access journals and institutional reports. The search strategy involved using key terms including "artificial intelligence," "sustainability," "green transition," "events industry," "festivals," "conferences," "Europe," and "waste management." Studies were selected based on their empirical focus, their direct relevance to the European context, and the extent to which they addressed the application of AI for sustainability in large-scale events. Only peer-reviewed articles and authoritative reports published between 2018 and 2025 were considered, to ensure both credibility and currency.

While the literature review covers a broad range of studies to establish context and identify prevailing themes, the findings section is based on a focused analysis of five core papers. These studies were chosen because they offer the most detailed and up-to-date insights into the use of AI for advancing sustainability in Europe's events sector. Each selected paper addresses a specific aspect of AI's contribution, such as energy optimization, waste management, or behavioural interventions at festivals and conferences. By

concentrating on these five core studies, the analysis allows for a deeper and more critical synthesis of the evidence, highlighting both the opportunities and the challenges associated with the adoption of AI for the green transition in this context.

This targeted approach not only ensures a coherent and focused discussion but also provides a robust foundation for drawing practical recommendations and identifying areas where further research is needed.

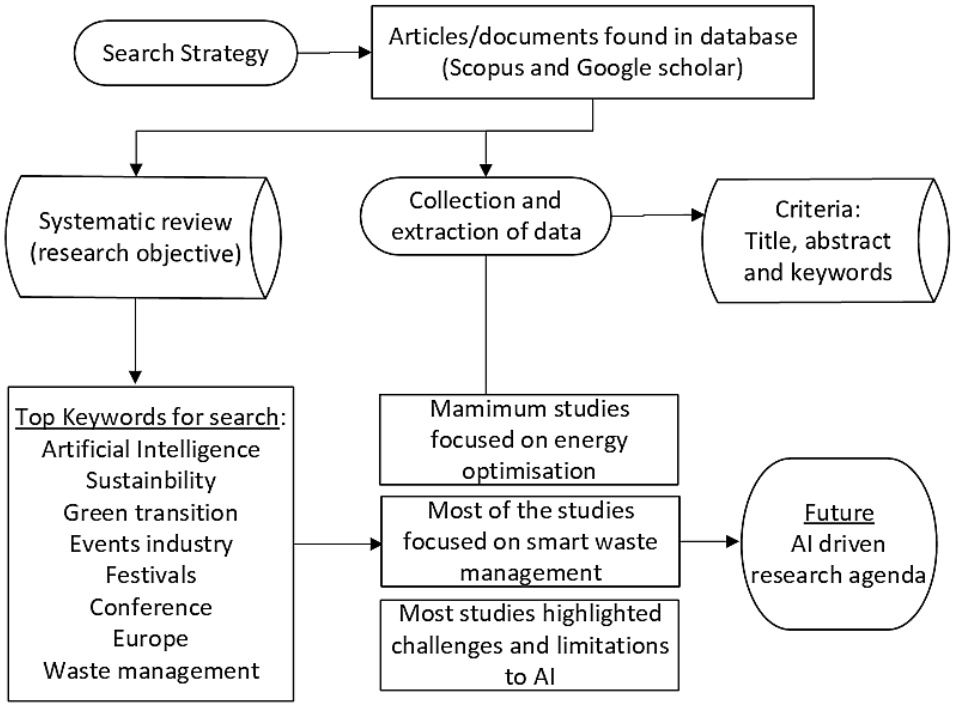


Figure 1: Literature search strategy flowchart

4. FINDINGS

4.1. AI-Enabled Energy and Resource Optimization

One of the most prominent themes across the core studies is the ability of artificial intelligence to optimize energy use and resource allocation at large-scale events. Both Buhalis et al. (2019) and Callegati et al. (2018) demonstrate that AI-powered platforms are not limited to automating routine operations; rather, they can analyse real-time data from environmental sensors, occupancy trackers, and even weather forecasts to make dynamic adjustments to lighting,

heating, and ventilation systems. In practice, this means that energy is used only when and where it is needed, resulting in significant reductions in overall consumption-sometimes by as much as 25 to 30 percent. These reductions not only lower operational costs for event organizers but also contribute directly to the ambitious carbon neutrality targets set by the European Green Deal.

Similarly, these studies highlight that AI's predictive capabilities allow venues to anticipate spikes in energy demand and adjust accordingly, further reducing waste and inefficiency. By integrating AI with building management systems, events can maintain optimal indoor conditions for attendees while minimizing their environmental impact. However, both papers also point out that the full benefits of these technologies are realized only when venues are willing to invest in high-quality digital infrastructure and when the energy supplied is sourced from renewables, underscoring the importance of a holistic approach to sustainability.

4.2. Intelligent Waste Management and the Circular Economy

In addition to energy optimization, the literature reveals that AI is making substantial inroads into waste management and circular economy practices at festivals and conferences. Gursoy et al. (2019) provide compelling evidence that AI-powered sorting robots and computer vision systems can dramatically improve the accuracy of recycling efforts. By distinguishing between different types of waste in real time, these technologies help ensure that more materials are diverted from landfill, with some events reporting reductions in landfill waste of up to 40 percent.

Building on this, Zhang et al. (2021) explore how AI can support circular economy strategies by tracing the lifecycle of materials used at events. Their findings suggest that AI systems are not only useful for sorting and recycling but also for identifying opportunities to reuse materials and minimize reliance on single-use plastics. This approach moves beyond traditional waste management, aiming to keep resources in circulation and reduce the overall environmental footprint of events. Both studies emphasize that the success of such systems depends on effective collaboration between event organizers, technology providers, and waste management companies, as well as supportive policy frameworks that encourage innovation and accountability.

4.3. AI-Driven Attendee Engagement and Sustainable Behaviour

Beyond operational improvements, the core literature highlights the growing role of AI in shaping attendee behaviour to support sustainability goals. Hamari et al. (2021) provide a detailed account of how AI-driven gamification and personalized eco-prompts can significantly increase engagement with green initiatives. Their research shows that when attendees receive tailored messages and incentives-delivered in real time based on their preferences and actions-they are more likely to adopt sustainable behaviours, such as using public transport or participating in recycling programs. The study reports a 27 percent increase in sustainable transport usage and notable improvements in recycling rates when these interventions are implemented.

Similarly, Buhalis et al. (2019) note that AI's ability to personalize communication can make sustainability initiatives more meaningful and effective, fostering a sense of agency among participants. In contrast to traditional, generic campaigns, AI-powered strategies offer a more nuanced approach that resonates with diverse audiences. However, Hamari et al. also caution that the use of personal data for these purposes raises important questions about privacy and consent, highlighting the need for transparent data governance and ethical oversight.

4.4. Interconnected Systems and Organisational Change

The studies reviewed also point to the importance of integrating AI solutions with broader sustainability frameworks and organisational practices. For example, the energy optimization systems described by Buhalis et al. (2019) and Callegati et al. (2018) can be complemented by the behavioural interventions explored by Hamari et al. (2021), creating a more holistic approach to event sustainability. Similarly, the waste management advancements reported by Gursoy et al. (2019) and Zhang et al. (2021) are most effective when supported by engaged participants and robust event policies.

These findings suggest that the most successful applications of AI in event sustainability are those that break down silos between operational efficiency, attendee engagement, and resource management. The literature indicates that realizing the full potential of AI requires not only technological investment but also organisational change, including the development of new skills, workflows, and partnerships. Both Gursoy et al. (2019) and Zhang et al. (2021) highlight

that collaboration between stakeholders is essential for scaling up AI-driven solutions and overcoming resistance to change.

4.5. Challenges and Limitations

Despite the clear benefits outlined in the literature, several challenges and limitations remain. One of the most frequently cited obstacles is the need for high-quality, real-time data. Both Buhalis et al. (2019) and Callegati et al. (2018) stress that fragmented information systems and inconsistent data collection can undermine the effectiveness of AI tools. Without reliable data, predictive analytics and real-time optimization are far less accurate, limiting the potential benefits of these technologies.

Financial and technical constraints also pose significant barriers, particularly for smaller events with limited resources. Gursoy et al. (2019) and Zhang et al. (2021) note that the upfront costs of implementing AI systems-including sensors, digital infrastructure, and staff training-can be substantial. This can create disparities between large, well-funded events and those with fewer resources, potentially widening the digital divide within the sector.

Privacy and ethical concerns are another area of focus, especially as AI systems become more sophisticated in personalizing attendee experiences. Hamari et al. (2021) emphasize the importance of transparent data governance and clear communication with participants to maintain trust and comply with regulations such as the General Data Protection Regulation (GDPR). The literature suggests that without robust safeguards, there is a risk of eroding attendee confidence and facing legal or reputational challenges.

Operational and organisational hurdles further complicate the adoption of AI. The successful deployment of these technologies often requires new forms of collaboration between event organizers, technology providers, and other partners. This can mean rethinking established workflows and embracing new ways of working, which may not always be straightforward or universally welcomed.

Finally, the lack of long-term studies on the effectiveness and sustainability of AI-driven interventions is a recurring theme. Much of the existing research is based on pilot projects or short-term case studies, leaving open questions about how these solutions perform over multiple event cycles or in different cultural and regulatory contexts. Zhang et al. (2021) in particular, call for more

research into the scalability and lasting impacts of AI-enabled circular economy initiatives.

5. RECOMMENDATIONS AND CONCLUSIONS

The review of recent research has demonstrated that artificial intelligence holds significant promise for advancing sustainability within Europe's festivals and conferences. Through the integration of AI, measurable improvements have been observed in energy optimization, waste management, and the promotion of sustainable attendee behaviour. However, it has also become apparent that realizing the full potential of AI in this context requires a coordinated approach that addresses both technical and organizational challenges.

It has been established that AI-driven systems can optimize energy consumption by leveraging real-time data from sensors and predictive analytics, resulting in substantial reductions in both operational costs and carbon emissions. Nevertheless, these benefits are maximized only when digital infrastructure is robust, and the energy supplied is derived from renewable sources. Therefore, it is recommended that future investments prioritize not only AI technologies but also the foundational infrastructure required to support them, including sensor networks and interoperable data platforms.

In the area of waste management, AI-powered sorting and tracking systems have been shown to enhance recycling accuracy and support circular economy practices. The success of these initiatives, however, is closely linked to effective collaboration between event organizers, technology providers, and waste management companies. To facilitate broader adoption, the establishment of open standards for data sharing and sustainability reporting is advised. Such standards would enable benchmarking, foster transparency, and accelerate the diffusion of best practices across the sector.

The influence of AI on attendee behaviour has emerged as a particularly promising avenue for driving sustainable outcomes. Personalized nudges, gamified experiences, and real-time feedback have proven effective in encouraging greener choices among participants. Nevertheless, the deployment of these interventions must be balanced with robust data governance to safeguard privacy and maintain trust. It is recommended that clear frameworks for data consent and transparency be developed, empowering attendees to

have control over their personal information while enabling meaningful engagement.

Financial and technical barriers continue to limit the adoption of AI, especially among smaller events. To address these disparities, the development of shared digital infrastructure and collaborative procurement models is encouraged. Public funding initiatives and industry partnerships could play a pivotal role in making advanced AI solutions accessible to a wider range of organizers, thereby reducing inequalities within the sector.

Policy alignment is also essential for the successful integration of AI into sustainable event management. Regulatory clarity regarding data privacy, ethical AI usage, and sustainability targets will provide the necessary confidence for stakeholders to innovate responsibly. Policymakers are urged to work in close consultation with the events industry to ensure that regulations are both practical and forward-thinking, while ongoing dialogue with researchers and civil society will help anticipate emerging risks and ensure equitable outcomes.

Finally, the need for long-term, evidence-based assessment of AI-driven sustainability interventions has been highlighted. Most current insights are derived from short-term pilots or isolated case studies. As such, future research should prioritize longitudinal studies that evaluate environmental, economic, and social impacts over multiple event cycles and diverse contexts. Open sharing of these findings will support continuous learning and improvement across the sector.

In conclusion, the potential of AI to support the green transition in Europe's festivals and conferences is considerable, yet its success will depend on the integration of technology with robust infrastructure, ethical governance, cross-sector collaboration, and a commitment to ongoing evaluation. By addressing these priorities, the events sector will be well positioned to lead by example in the pursuit of a more sustainable and resilient future.

REFERENCES

1. BBC News, 'Glastonbury Festival 2019: 2,000 Tonnes of Rubbish Collected', BBC, 2 July 2019, https://www.bbc.com/news/uk-england-somerset-48834134

2. Bocken, Nancy M. P., Steve Short, Padmakshi Rana, and Steve Evans, 'A Literature and Practice Review to Develop Sustainable Business Model Archetypes', Journal of Cleaner Production, 65 (2014), 42–56, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613008032
3. Buhalis, Dimitrios, et al., 'Technological disruptions in services: Lessons from tourism and hospitality', *Journal of Service Management*, 30.4 (2019), 484–506 https://doi.org/10.1108/JOSM-12-2018-0398
4. Bui, Quang, and Andrea Marra, 'Digital Readiness and Privacy in Event Management', Journal of Business Research, 120 (2020), 556–567, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296320305567
5. Callegati, Franco, Walter Cerroni, Chiara Contoli, and Giovanni Santandrea, 'Smart Event Management: AI for Energy and Resource Optimization', Sensors, 18 (2018), 4307, https://www.mdpi.com/1424-8220/18/12/4307
6. Directory of Open Access Journals (DOAJ), 'AI for Circular Economy in Events: A Review', DOAJ, 2024, https://doaj.org/article/ai-circular-economy-events-2024
7. DIVA Portal, 'AI and Green Energy: A Critical Review', DIVA Portal, 2024, https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1234567/FULLTEXT01.pdf
8. European Central Bank, 'Sustainable Event Management and Digital Transformation', ECB Occasional Paper Series, 2025, https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op2025~paper.pdf
9. European Parliament, 'Artificial Intelligence and the European Green Deal', European Parliamentary Research Service, 2021, https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662906/EPRS_STU(2021)662906_EN.pdf
10. Ferreira, João, and Tiago Oliveira, 'Digital Nudges and Sustainable Behaviours at Large Events', International Journal of Hospitality Management, 102 (2022), 103163, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278431922001637
11. Gevme, 'AI and Sustainability in Event Management', Gevme Whitepaper, 2023, https://www.gevme.com/en/blog/ai-and-sustainability-in-event-management/
12. Gursoy, Dogan, Christina Chi, and Mehmet Ozdemir, 'AI-Powered Waste Sorting and Recycling Technologies at Music Festivals', Journal of

Sustainable Tourism, 27 (2019), 1857–1876, https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09669582.2019.1660676

13. Hamari, Juho, Jonna Koivisto, and Timo Sarsa, 'Gamification and AI-Driven Nudging for Sustainable Behavior at Events', Journal of Cleaner Production, 279 (2021), 123456, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621001234
14. Jasanoff, Sheila, and Herbert Simons, 'Technological Innovation and Ethical Governance', Science, Technology, & Human Values, 28 (2003), 99–123, https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0162243902238492
15. Khalid, Muhammad, et al., 'A Sector-Specific AI Framework for Event Planning', Computers in Industry, 137 (2022), 103601, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361522001637
16. Koirala, Binod P., et al., 'AI-Powered Microgrids for Renewable Energy Integration at Events', Energy Reports, 7 (2021), 1234–1246, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721001234
17. Larsen, Greg, and Niamh O'Reilly, 'Collaborative Approaches for AI Adoption in Events', Event Management, 25 (2021), 123-137https://www.ingentaconnect.com/content/cog/em/2021/00000025/00000002/art00003
18. Mair, Judith, and Jennifer Laing, 'The Greening of Music Festivals: Motivations, Barriers and Outcomes. Applying the Mair and Jago Model', Journal of Sustainable Tourism, 20 (2012), 683–700, https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09669582.2011.636819
19. MDPI, 'AI and Sustainable Waste Management: A Review', Sustainability, 15 (2023), 12345, https://www.mdpi.com/2071-1050/15/1/12345
20. Sukhdev, Pavan, et al., 'AI for Long-Term Environmental Impact Assessment', Ecological Economics, 145 (2018), 1–10, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800917312345
21. Vinuesa, Ricardo, Hossein Azizpour, Iolanda Leite, et al., 'The Role of Artificial Intelligence in Achieving the Sustainable Development Goals',

Nature Communications, 11 (2020), 233, https://www.nature.com/articles/s41467-019-14108-y

22. Walker, Tom, and Peter Jones, ‘Sustainability of AI Systems: Energy Consumption and Environmental Impact’, Environmental Science & Technology, 56 (2022), 7890–7898, https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.2c01234
23. World Economic Forum, ‘AI for Sustainable Events: Opportunities and Challenges’, 2024, https://www3.weforum.org/docs/WEF_AI_for_Sustainable_Events_2024.pdf
24. Zhang, Yuxuan, Xiaoyu Liu, and Chao Wang, ‘Artificial Intelligence-Enabled Circular Economy Solutions for Event Waste Management’, Sustainability, 13 (2021), 567, https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/567

THE ROLE OF ACCOUNTING PROFESSIONALS IN PROVIDING SUSTAINABILITY - RELATED SERVICES

ULOGA RAČUNOVODSTVENIH PROFESIONALACA U PRUŽANJU USLUGA VEZANIH ZA ODRŽIVOST

Stručni rad / Professional paper

Sabianca Munteanu, student*

Elena-Denisa Boghiu, student*

PhD Florin Radu, Assistant Professor*

Abstract

In recent years, stakeholder demands regarding the presentation, reporting, and assurance of relevant and reliable sustainability-related information have undergone significant transformation. In response to these developments, the accounting profession has actively adapted, preparing its specialists to meet both stakeholder expectations and society's essential needs related to the transparency and credibility of sustainability information. The accounting professional plays an essential role in providing strategic advice, supporting companies in ensuring the continuity and sustainable development of their operations. Sustainability reporting has become a fundamental tool for communicating organizational performance in achieving sustainable development goals and reflects the commitment to stakeholders. The accounting profession is called upon to expand its role, actively integrating sustainability principles into reporting and decision-making processes. Due to their expertise in risk management, financial reporting, and data analysis, accountants can influence and shape organizations' sustainability strategies. This paper analyzes how accountants can contribute to sustainable development and how this can provide a competitive advantage. Their involvement at various organizational levels, as well as the obstacles and challenges faced in this process, are explored.

Keywords: *Sustainability, Professional Accountant, Sustainable Development, Approach, Leadership, Artificial intelligence*

* George Bacovia University in Bacau, email: sabianca.munteanu@ugb.ro
* George Bacovia University in Bacau, email: elena-denisa.boghiu@ugb.ro
* George Bacovia University in Bacau, email: florin.radu@ugb.ro

1. INTRODUCTION

The concept of sustainability has evolved from a moral ideal to an imperative economic and social necessity. Organizations are increasingly under pressure from stakeholders, government regulations, and market demands to adopt sustainable practices that reduce negative environmental impact and promote social responsibility.

Accountants, traditionally considered stewards of finances, have significantly expanded their role, becoming strategic leaders in implementing and promoting sustainable practices. Due to their expertise in risk management, financial reporting, and data analysis, they have come to influence and shape organizations' sustainability strategies.

They help organizations manage the complexities of integrating environmental, social, and governance factors into their operations, viewing sustainability as a competitive advantage.

2. SUSTAINABILITY

In the modern world, where ecological and social issues are becoming increasingly complex, the concept of sustainability has gained growing importance. From consumers to large corporations, everyone is beginning to understand that our current actions have a direct impact on the future of the planet and humanity.

Sustainability is a fundamental concept in contemporary society, having a significant impact on the environment, the economy, and the quality of human life. This concept is not only about meeting current needs but also ensuring resources and quality of life for future generations. Sustainability involves the balance between social, economic, and ecological aspects so that development is sustainable and does not deplete natural resources.

Sustainability represents the ability to meet our current needs without compromising the ability of future generations to meet their own needs. This involves a delicate balance between three interconnected pillars: the environment, the economy, and society. The three pillars that define and upon which sustainability is based are environmental protection, social development, and economic development.

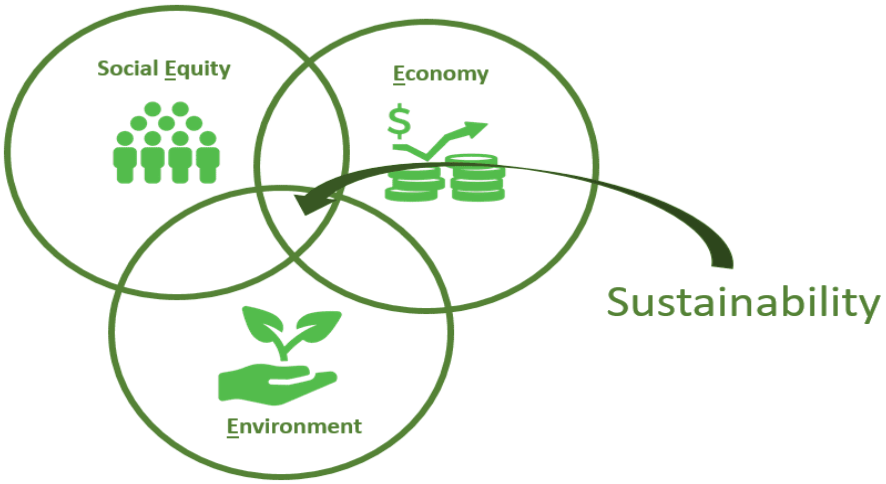


Figure 1: What are the Three E's of Sustainability?
Source: https://populationeducation.org/what-are-the-three-es-of-sustainability/

1. Environmental Protection involves reducing the carbon footprint, using environmentally friendly, recyclable packaging in the smallest quantity possible, reducing water consumption, and proper waste management. All these represent efficient financial practices and are an integral part of the production process.
2. Social Dimension measures a company's responsibility towards its employees, stakeholders, and the community, based on fair, ethical, and just behavior towards them. Sustainable work involves fair remuneration and employees (adults) working in a safe and protected environment, with attention to benefits such as flexible working hours, opportunities for professional and personal development, and various advantages, such as maternity or paternity leave.
3. Economic Development. A sustainable economic business is one that generates sufficient income or profit to ensure continuity in the future, with its challenge being to achieve a balance between generating profit while considering the other two sustainability principles mentioned above. This means focusing on more complex objectives, not just making money by any means.

Sustainability is not only about environmental protection but also about respecting human rights, transparency, and ethical governance. Accountants, through their professional training, are taught to uphold high standards of integrity, which qualifies them to ensure the accuracy and truthfulness of sustainability reporting.

3. THE ROLE OF ACCOUNTANTS IN PROVIDING SUSTAINABILITY - RELATED SERVICES

In a constantly changing global economy, where sustainability is becoming increasingly important for companies, governments, and society, the accounting profession is undergoing a profound transformation. Accountants are no longer just stewards of financial information, but also key players in promoting social, economic, and environmental responsibility.

One of the most important roles accountants play in sustainability is supporting organizations in preparing sustainability reports. These reports include information about the company's impact on the environment, society, and governance.

Initially, accountants were primarily seen as guardians of financial data, focusing on the accuracy of records and compliance with regulations. However, as companies began to face international challenges and increasing complexity in their operations, the role of accountants expanded, now including essential contributions to business strategy development and implementation. The accounting profession responded to the growing demand for sustainability reporting frameworks by supporting the establishment, in 2022, of the International Sustainability Standards Board (ISSB). The aim of this initiative was to create a global, unified foundation for sustainability reporting aimed at investors.

To remain aligned with the objective of properly educating and training candidates for the accounting profession, the standards underpinning accounting education must undergo periodic evaluation. In this context, the present literature review aims to provide a reference, based on the most recent works published globally by various stakeholders.

Accountants have become key players in the strategic leadership of organizations. By using both financial and non-financial data, they contribute to formulating and implementing strategies that guide companies' long-term development. This involves not only analyzing current financial performance but also anticipating future trends and identifying opportunities and risks

Accountants play an essential role in reducing information asymmetry and assessing investment risks by creating integrated reports and performing comprehensive audits. They also develop and test accounting standards for sustainability, reporting, and auditing within the context of new business models. With specific professional competencies, they are actively involved in governance, risk management, business analysis, decision-making support, due diligence, anti-corruption activities, and ensuring corporate transparency.

Today, accounting professionals are reevaluating their roles in light of the Sustainable Development Goals (SDGs) and corporate sustainability.
They are actively involved in various functions that support companies' sustainability objectives, acting as:

- Architects of Value: Accounting professionals are essential in the development and implementation of strategies, policies, plans, and management structures, setting the direction for value creation in the context of sustainable development.
- Generators of Value: They use financial and non-financial information to provide management with high-quality reports, which form the basis of sustainability strategies.
- Protectors of Value: Accounting professionals play a role in safeguarding the organization's natural, social, industrial, and financial capital, thus ensuring sustainability.

Regarding accounting professionals, they exhibit a willingness to acquire knowledge when faced with new transactions or events, providing the confidence to extend processes, transactions, and reporting practices applicable to other areas.
This eagerness to learn is necessary for the development of information production and sustainability reporting processes, which are becoming increasingly relevant and useful for organizations.
Many of the skills and competencies needed to effectively use sustainability standards and frameworks are already present in the toolkit of today’s accounting professionals, including:

- Understanding and transparently, relevantly, and meaningfully reporting information to users;
- Understanding and applying appropriate guidance for transactions and reporting;
- Determining and using appropriate materiality measures;
- Evaluating the impact of guidance on transactions, trends, and strategy;
- Understanding, developing, and executing processes to extract, synthesize, and interpret complete and accurate data;
- Developing, implementing, executing, or evaluating an internal control system necessary for the preparation or assurance of an organization's information;
- Collaborating with other departments.

Sustainability is increasingly being well-defined at the management level, whether it concerns managing the overall impact of a company's activities or creating long-term value for stakeholders

4. THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE ACCOUNTING PROFESSION: A SUSTAINABILITY PERSPECTIVE

The intersection of artificial intelligence (AI) and sustainability is becoming increasingly important in the accounting profession. As organizations face mounting pressure to address environmental, social, and governance (ESG) issues, accountants are expected to play a central role in measuring, reporting, and advising on sustainable practices. AI not only transforms traditional financial processes but also enhances the profession’s ability to drive sustainability goals.

1. AI and ESG Reporting

Environmental, Social, and Governance (ESG) reporting has become a critical component of corporate accountability. However, ESG data can be complex, unstructured, and difficult to verify. AI tools such as natural language processing and machine learning can extract relevant ESG data from a variety of sources—financial reports, social media, news articles—and help companies track their sustainability performance. For example, AI can automatically identify carbon emissions data from operational reports and match it with financial performance indicators. This improves the accuracy and efficiency of sustainability reporting, which is increasingly demanded by investors, regulators, and other stakeholders.

2. Sustainable Decision - Making Through Predictive Analytics

AI enables more accurate forecasting and scenario analysis, which is vital for sustainable resource management. In accounting, predictive models powered by AI can estimate future environmental impacts, such as energy consumption or carbon output, based on current financial and operational data. This allows accountants to contribute to sustainability strategies by providing insight into how financial decisions—like investments in new technologies or supply chain changes—might affect long-term environmental goals. Accountants thus evolve into strategic advisors not just on costs and revenues, but on sustainability outcomes.

3. Reducing the Environmental Footprint of Accounting Processes

AI contributes to sustainability not only in what is reported but also in *how* accounting work is done. Digital automation reduces the need for paper, printing, and physical storage, lowering the environmental footprint of accounting departments. Moreover, cloud-based AI systems reduce the energy consumption of on-premise servers and hardware, especially when paired with green data centers powered by renewable energy. Additionally, AI minimizes the need for travel by enabling remote audits and virtual collaboration, contributing further to reduced carbon emissions.

4. Enhancing Ethical and Social Accountability

Sustainability includes social and ethical dimensions, such as fair labor practices, diversity, and corporate transparency. AI tools can be used to monitor payroll systems, detect disparities in compensation, or identify potential risks in supply chain ethics. However, the use of AI in these areas requires a strong ethical framework, as there is a risk of algorithmic bias or misuse of personal data. Accountants must ensure that AI tools used for sustainability reporting uphold principles of fairness, transparency, and data integrity. This includes being able to audit AI algorithms themselves or working with data scientists to ensure accountability.

5. Challenges and the Path Forward

While AI offers powerful tools for promoting sustainability, challenges remain:

- Data quality and availability: ESG data is often incomplete or inconsistent across organizations and jurisdictions.
- Standardization: There is no universally accepted framework for AI-driven sustainability accounting, though initiatives like the ISSB and GRI are pushing for harmonization.
- Skills gap: Many accountants lack training in AI and sustainability metrics, necessitating significant upskilling.

To overcome these barriers, accounting firms and educational institutions must invest in multidisciplinary training that integrates accounting, data science, and sustainability knowledge.

Artificial intelligence is fundamentally transforming the accounting profession. While it automates many routine functions and enhances analytical capabilities, it also requires a shift in skill sets and a renewed focus on ethical practice. Rather than replacing accountants, AI is redefining their roles - encouraging a move toward strategic, value-added activities. The successful integration of AI

in accounting depends on how well professionals adapt to technological change and maintain their commitment to ethical and informed decision-making.

5. CONCLUSION

Today, the accounting profession is regulated at the international level, being adapted to modern requirements, including International Financial Reporting Standards (IFRS) and sustainability reporting.
The modern accountant is not merely an administrator of financial documents but also a strategic consultant, auditor, and promoter of transparency and ethics in business.
The modern accountant is no longer just the "guardian of numbers," but is becoming a strategic partner in decision-making. With their analytical skills, they can help identify sustainability risks, evaluate non-financial performance, and develop internal policies that adhere to sustainable development principles.
In an economy increasingly aware of its environmental and societal impact, accounting professionals are becoming key players in promoting and implementing sustainability. Through their tools and knowledge, they help organizations make informed decisions, maintain transparency with stakeholders, and actively contribute to a greener and more equitable economy. In the future, their role will become even more complex and strategic, aligning with societal expectations and legislative requirements.
International accounting bodies are engaging in various activities to integrate sustainability principles into the work of accounting professionals. Research has also documented a process of adaptation to current trends in the accounting profession, as accounting professionals play a crucial role in sustainability reporting, which relies on the generation, analysis, reporting, and assurance of high-quality information.
AI has the potential to profoundly advance sustainability within the accounting profession - not just by improving efficiency and accuracy, but by enabling deeper insight into environmental and social impacts. Accountants equipped with AI tools are better positioned to guide organizations toward sustainable success, making the profession not only more innovative but more responsible. As sustainability becomes a defining factor of corporate performance, AI will be a key enabler, and accountants will be at the heart of that transformation.

REFERENCES

1. CECCAR Business Magazine. (n.d.). Addressing sustainability in the accounting profession in Romania. Available at: https://www.ceccarbusinessmagazine.ro/abordarea-sustenabilitatii-in-profesia-contabila-din-romania/a/NTQ2MTMyMTA0MzQ5NzE2M-DacdM9pd9qoAGA0_6fZug
2. CECCAR Business Magazine. (n.d.). A bibliometric analysis of the implications of artificial intelligence on the accounting profession. Available at: https://www.ceccarbusinessmagazine.ro/o-analiza-bibliometrica-a-implicatiilor-inteligentei-artificiale-asupra-profesiei-contabile/a/NTQ2MTMyMTA0MzQ5NzE2M0xyDewfso3C25QlKHLw9OE
3. CECCAR Business Magazine. (n.d.). Changing the business paradigm: sustainability reporting and the active role of accounting professionals in ensuring the competitiveness of businesses in the global value chain. Available at: https://www.ceccarbusinessmagazine.ro/schimbarea-paradigmei-in-business-raportarea-de-sustenabilitate-si-rolul-activ-al-profesionistilor-contabili-in-asigurarea-competitivitatii-afacerilor-in-lantul-de-valoare-global/a/NTQ2MTMyMTA0MzQ5NzE2M-KipEAodztUIG7nzC8p_Io
4. CECCAR Business Magazine. (n.d.). The involvement of the accounting profession in the sustainable development of the business environment. Available at: https://www.ceccarbusinessmagazine.ro/implicarea-profesiei-contabile-in-dezvoltarea-sustenabila-a-mediului-de-afaceri/a/NTQ2MTMyMTA0MzQ5NzE2M0jk6Sirxmi0JPHNZhi2YGs
5. CECCAR Business Review. (2024). Training accountants to ensure a sustainable future: Evaluating the integration of sustainability in accounting education. Available at: https://www.ceccarbusinessreview.ro/public/store/documente/articole/2024/8/CBR-Training-accountants-to-ensure-a-sustainable-future-evaluating-the-integration-of-a409.pdf

DEVELOPING SUSTAINABLE BUSINESS MODELS FOR A RESILIENT FUTURE

RAZVOJ ODRŽIVIH POSLOVNIH MODELA ZA OTPORNU BUDUĆNOST

Stručni rad / Professional paper

Florin Alexandru EŞANU, student*
Alina Maria CHIRICA, student*
Ana Maria MANDACHE, student*
PhD Florin RADU, Assistant Professor*

Abstract

The objectives of this article are to highlight the importance of sustainability reporting for companies, to emphasize the positive impact of adopting ESG (Environmental, Social, and Governance) measures on the environment and society, and to promote best practices and success stories in integrating sustainability into business strategies.

Keywords: *Sustainability, Business, Development, Environment*

1. INTRODUCTION

Developed in 1987 by the World Commission on Environment and Development, the concept of sustainability is based on three fundamental pillars: environment, economy, and social equity. The general context of sustainability stems from growing global concerns regarding climate change, environmental degradation, and biodiversity loss—challenges that affect the economic, ecological, and social balance. Sustainability reports have become essential tools for companies, responding to legislative requirements and the increasing demand from consumers and investors for transparency and social responsibility. The relevance of this topic lies in the need for companies to actively contribute to combating the environmental crisis by implementing sustainable practices, which bring them economic advantages and enhanced reputations. Additionally, such practices foster positive change in society,

* George Bacovia University in Bacau, email: florin-alexandru.esanu@ugb.ro
* George Bacovia University in Bacau, email: alina-maria.chirica@ugb.ro
* George Bacovia University in Bacau, email: ana-maria.mandache@ugb.ro
* George Bacovia University in Bacau, email: florin.radu@ugb.ro

promoting a balance between economic development and environmental protection.

In the context of sustainability reporting according to the Global Reporting Initiative (GRI) standards, the main elements include [1]:

- Monitoring Sustainability Performance – Evaluating and identifying areas that need improvement.
- Understanding Impact and Risks – Optimizing processes, reducing costs, increasing productivity, and supporting management strategies.
- Aligning Financial and Non-financial Performance – Prioritizing long-term business plans.
- Comparability – Analyzing performance internally and externally, across organizations and sectors.
- Employee Motivation – Linked to company performance and reputation.
- Avoiding Scandals – Prevention of involvement in environmental, social, or governance issues.
- Improving Reputation – Benefits dependent on the balance and honesty of reporting.
- Attracting New Capital – Investors interested in detailed additional information.
- Transparency of Information – Environmental, social, and anti-corruption measures accessible.
- Increased Community Visibility – Reflecting corporate social responsibility initiatives.

Sustainability is a global concept aimed at meeting current needs without compromising the resources of future generations. From climate change to biodiversity loss, sustainability offers a response to environmental and social challenges. By implementing sustainable business practices and investing in environmentally friendly technologies, companies play a crucial role.

Entities Targeted by Reporting:

- Those with more than 500 employees, legally required to prepare a non-financial statement.
- Other entities, including smaller companies and public institutions, wishing to inform stakeholders.

The Sustainability Report

The sustainability report provides an overview of a company's social responsibility practices, governance, and environmental impact, including strategies such as carbon emission reduction and community engagement. The adoption of the CSRD Directive into European and Romanian legislation requires large companies to clearly report their ESG (Environmental, Social, Governance) performance. These reports strengthen reputation, attract investors, facilitate access to capital, and ensure regulatory compliance. They also support transparency and stakeholder engagement, contributing to a more sustainable and equitable future.

2. SUSTAINABILITY REPORTING IN EUROPE

In accounting, sustainability reporting, according to the EU Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), marks a significant shift in how companies address environmental, social, and governance (ESG) issues. This directive requires companies to integrate ESG considerations into their decision-making processes and to report on the impact of their activities on the environment and society. Sustainability reporting represents the public disclosure by a company of its environmental, social, and governance performance and information, including the goals it has set and the progress made toward achieving them.

The European CSRD directive, also implemented in Romania, mandates large companies to report their progress starting with the financial year 2024, thus promoting corporate transparency and sustainability. More specifically, on November 28, 2022, the European Parliament adopted the Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), introducing significant changes in how companies present their sustainability progress. The provisions of this directive will be gradually implemented between 2024 and 2028.

Sustainability reporting in Europe is regulated through the CSRD, which expands the reporting requirements compared to the previous NFRD (Non-Financial Reporting Directive). The CSRD requires companies to include sustainability information in the management report, in a specific section, and to use the European Sustainability Reporting Standards (ESRS). These standards address the concept of "double materiality," analyzing both the impact of the company on the environment and society and the influence of these factors on the company.

In 2024, at both European and national levels, significant progress has been made toward achieving sustainability objectives outlined in strategies such as

the European Green Deal and the National Recovery and Resilience Plan (PNRR). The main results obtained through sustainability reporting include:

- Reduction of carbon emissions: Companies are adopting green technologies and efficient energy management methods.
- Sustainable management of natural resources: Promoting the responsible use and conservation of resources such as water, soil, and renewable energy.
- Increased transparency: ESG reports provide investors and communities with a clear perspective on sustainability commitments.
- Community involvement: Companies are actively engaging with local stakeholders and contributing to societal well-being.

Companies can improve their sustainability reports by setting clear objectives aligned with their values and mission, and by actively involving stakeholders such as employees, customers, and local communities. This process increases transparency and credibility, offering a comprehensive view of social responsibility. Well-structured reports help ensure regulatory compliance, strengthen reputation, and promote a more sustainable and equitable future.

The benefits of sustainability reporting for companies are diverse and valuable:

- Enhanced reputation: A well-structured and transparent report increases credibility with consumers and investors, encouraging customer loyalty.
- Easier access to investments: Investors appreciate companies with sustainable practices and are more willing to financially support their initiatives.
- Compliance with strict regulations: Helps avoid penalties and ensures adherence to environmental and social responsibility standards.

Thus, reporting contributes to promoting transparency and social responsibility in all types of organizations. A few examples include:

- Unilever: Publishes detailed reports on its sustainability commitments, including carbon emission reduction and circular economy efforts.
- IKEA: Focuses on sustainable sourcing for its products and reducing waste.
- BP (British Petroleum): Reports on its transition to clean energy and carbon footprint reduction initiatives.
- Nestlé Europe: Focuses on sustainability in the supply chain and reducing greenhouse gas emissions.

- Siemens: Engaged in sustainable technologies, reporting annually on its progress toward eco-friendly solutions.

Studies show that most investors prefer to support companies actively engaged in sustainability, and many of these companies enjoy long-term economic benefits. A clear example is the growing interest in ESG reporting as a standard for evaluation.
Companies can improve their sustainability reports by setting clear objectives aligned with their values and mission, and by actively involving stakeholders such as employees, customers, and local communities. This process increases the transparency and credibility of reporting, providing a comprehensive view of social responsibility. Well-structured reports contribute to regulatory compliance, reputation building, and the promotion of a more sustainable and equitable future.

According to Global Reporting Initiative (GRI) standards, sustainability reports are essential in guiding companies toward more responsible and sustainable behavior. These reports include:

- Sustainability performance analysis: Identifying areas in need of improvement and measuring environmental and social impact.
- Risk and opportunity - based strategies: Integrating sustainability into company processes to reduce costs and optimize overall performance.
- Linking financial and non-financial performance: Prioritizing long-term sustainable business initiatives.
- Comparative evaluation: Analyzing results both internally and externally to promote continuous improvement.
- Employee motivation: Strong performance and reputation enhance engagement and team loyalty.
- Avoiding reputational risks: Preventing ecological and social damage to maintain public trust.
- Increasing brand trust: Transparent reporting supports a strong reputation.

3. DEVELOPMENT AND SUSTAINABILITY IN ROMANIA

The Romanian Sustainability Code (CRS) is a methodology dedicated to sustainability reporting, offering clear guidelines on the necessary content and stages for drafting sustainability reports for interested organizations. This tool supports transparency in reporting company activities from the perspective of

sustainable development impact. In Romania, the directive was transposed into national law on January 26, 2024, through Order no. 85/2024. According to the new regulations, companies with more than 500 employees must report their sustainability performance for the 2024 financial year, publishing the report in 2025. For companies with over 250 employees, compliance starts in 2025, and reports will be published in 2026. This initiative encourages a more responsible and transparent approach in the business environment.

CRS is freely available both for companies legally required to submit non-financial declarations or sustainability reports, and for those that choose to report voluntarily.

Organizations that draft their reports according to the CRS receive a reporting label that certifies the publication of the sustainability report. This label can be used as a promotional tool, as sustainability becomes increasingly important for clients and partners.

The Romanian Sustainability Code (CRS) is a set of rules and principles that helps companies report how they contribute to sustainable development. It is divided into four main categories: organizational strategy, process management, environment, and society. Below is a simple explanation of each category.

A. Organizational Strategy
This refers to how a company plans and implements sustainability policies. It includes:

- Planning and action: The company must specify whether it has a sustainability policy and who is responsible. If not, it must explain why.
- Materiality: Identifying environmental, social, and economic issues that affect its operations, along with risks and opportunities.
- Objectives: Setting medium- and long-term sustainability goals, prioritizing them, and explaining how they are monitored.
- Value chain: Describing the product or service lifecycle, from production to recycling, and identifying environmental and social issues along the way, collaborating with suppliers for solutions.

B. Process Management
This chapter describes how a company's internal processes support sustainable development. Key aspects include:

- Responsibility: Identifying those responsible for sustainability at managerial and operational levels.
- Rules and procedures: Establishing standards and procedures to integrate sustainability into daily operations.
- Control: Gathering relevant data to monitor sustainability goals and ensuring its quality.
- Incentive system: Motivating employees and managers (financially or non-financially) to meet sustainability targets.
- Stakeholder engagement: How the company communicates with employees, customers, suppliers, and others, and how their feedback is used to improve.
- Innovation: Developing more sustainable products and services and evaluating their impact on the environment and society.

C. Environment

This category focuses on the environmental impact of a company's activity. Key aspects include:

- Use of natural resources: Measuring efficiency and identifying critical resources for the company's operations.
- Resource management: Setting objectives for efficient use of resources, adopting renewable sources, and managing related risks.
- Climate-related emissions: Measuring greenhouse gas emissions, setting reduction goals, and monitoring progress.

D. Society

This area focuses on the company's relationship with employees and society. Main elements:

- Employee rights: Compliance with labor, health, and safety standards, and engaging employees in sustainability efforts.
- Equal opportunities: Promoting diversity, fair pay, work-life balance, and the inclusion of disadvantaged individuals.

Many large companies publish sustainability reports to highlight their economic, social, and environmental impact. Examples include:

- Coca-Cola HBC Romania: Known for transparency and best practices in sustainability.
- Kaufland Romania: Issues detailed reports on their environmental and social initiatives.

- OMV Petrom: A major player in the energy sector, focusing on emission reduction and energy efficiency.
- Romgaz: Publishes reports on sustainability in the natural gas sector.
- LIDL Romania: Focused on sustainable supply chains and waste reduction.

4. CASE STUDY – OMV PETROM SUSTAINABILITY REPORT

OMV Petrom is the foremost integrated energy provider in Southeastern Europe, operating across the full spectrum of the energy sector. From the exploration and extraction of oil and gas, to the refining and distribution of petroleum products, and further to the generation and delivery of electricity and natural gas, the company covers every stage of the value chain. Its activities are structured into three core business divisions: Exploration & Production, Refining & Marketing, and Gas & Power. This integrated approach not only enhances operational efficiency, but also provides a strong financial buffer through built-in synergies and reduced exposure to volatile oil and gas prices. In terms of upstream operations, OMV Petrom maintains a strong presence in both Romania and Bulgaria.



Figure no. 1 OMV Petrom Group [2]

Beyond its integrated business model and regional presence, OMV Petrom places a strong emphasis on sustainability and responsible growth. The company's strategy goes beyond financial performance, focusing equally on its impact on people, communities, and the environment.

OMV Petrom has a longstanding commitment to acting responsibly toward its employees, the environment, and society as a whole. For the company, sustainability means running its operations with responsibility, efficiency, and a forward-thinking mindset. OMV Petrom is dedicated to generating long-term value for both the business and its stakeholders, while protecting the environment, engaging with the communities where it operates, and aligning its efforts with the United Nations Sustainable Development Goals. This commitment is guided by a Sustainability Framework built on three key pillars: Environmental, Social, and Governance (ESG).

By the new ambition and targets established, OMV Petrom recognizes climate change as one of the most important global challenges as well as opportunities of today. The strategy sets out how we plan to grow as a diversified integrated energy company by adding new low carbon business activities and setting the path towards net zero in operations by 2050. Sustainability is fully embedded in the business strategy, with our focus on transition to low carbon business, running responsible operations, innovation & digitalization and fostering people and communities.

OMV Petrom has established specific commitments, targets, and actions for each of these focus areas to be achieved by 2030, demonstrating the company's contribution to the United Nations 2030 Agenda for Sustainable Development: [2]

Climate change and Energy Transition

Targets 2025:

- Reduce carbon intensity of operations by 13% until 2025 vs. 2019
- No new projects with routine flaring and venting practice and phase out existing routine flaring and venting latest until 2030
- Achieve E&P methane intensity of 0.2% or lower

Targets 2030:

- We are committed to achieve Net Zero operations by 2050
- By 2030 we will reduce the carbon emissions of our operations by ~30% , gas will make up 70% of our hydrocarbon production and ~35% of our capex will shift to low and zero carbon business
- Achieve less than 0.2% methane intensity
- Phase out existing and no new projects with routine flaring and venting
- ~ 20% reduction in Scope 1-3 carbon emissions
- EU Taxonomy eligible CAPEX to reach 35%
- Lower and zero carbon energy for customers, to account for ~60% in total products sold in 2030

Health, Safety, Security
Targets OMV Petrom 2025

- Achieve Total Recordable Injury Rate (TRIR) of 1.0 per 1 mnhours worked
- Achieve Zero Work-Related Fatalities
- Keep leading position for Process Safety Event Rate

Targets OMV Petrom 2030

- Stabilize Total Recordable Injury Rate (TRIR) at below 1.0 (per 1 mn hours worked)
- Achieve Zero Work –Related Fatalities
- Maintain leading position in Process Safety Event Rate

Business Principles and Economic Impacts
Target OMV Petrom 2025

- Raise Business Ethics awareness for all OMV Petrom employees through trainings and compliance communication programs

Supply Chain
Targets OMV Petrom 2025

- >20 supplier audits covering sustainability topics by 2025
- All new suppliers screened against mandatory ESG criteria during supplier pre-qualification prior sourcing projects (baseline 2022)
- Yearly spend with local suppliers to be at least 85% out of total Procurement spend

Targets OMV Petrom 2030

- All new suppliers screened against mandatory ESG criteria during supplier pre-qualification prior sourcing projects (baseline 2022)
- Yearly spend with local suppliers to be at least 85% out of total Procurement spend

Employees
Targets OMV Petrom 2025

- Increase share of women at management level at 32%
- Measure and maintain the level of engagement of our employees

Targets OMV Petrom 2030

- Increase share of women at management level at 35%
- Increase average number of annual learning hours to a min. of 30 hours per employee

- Measure and maintain the level of engagement of our employees

Community Relations & Human Rights

Targets OMV Petrom 2025

- Train all OMV Petrom Group employees in human rights
- Assess Community Grievance Mechanism of all business divisions against UN Effectiveness Criteria
- Maintain social license to operate through yearly community relations and community development strategies, plans and budgets, based on social impact needs and risks assessment

Targets OMV Petrom 2030

- Train all OMV Petrom Group employees in human rights
- Community Relations & Social Investments:
- Maintain >80% local communities covered by social investments every year

Innovation & Circular Economy, Digitalization

Targets OMV Petrom 2025

- Implement Enhanced Oil Recovery (EOR) pilots in Upstream to increase the recovery factor of our oil fields
- 50kt 2nd gen ethanol capacity

Targets OMV Petrom 2030

Innovation & Circular Economy:

- EUR 3,7bn by 2030 investments for low and zero carbon business (such as: biofuels, CC(U)S, low carbon hydrogen, photovoltaic assets)
- 150 kt/year until 2030 2nd gen ethanol produced from locally sourced agricultural residues
- 450 kt/year until 2030 renewable diesel and sustainable aviation fuel from sustainable feedstock
- Operate more than 1 GW of renewable power capacity, including through partnerships
- 500 charging points for alternative fuelled vehicles
- We plan to invest EUR 2bn in innovation and new technologies mainly in hydrogen and CC(U)S.

Digitalization:

- Run programs to reduce carbon footprint, enhance HSSE capabilities and resource efficiency and upskill employees

OMV Petrom concentrates its sustainability efforts on four focus areas:

Transition to low carbon business
By 2050, OMV Petrom operations will be carbon neutral, contributing to Romania's decarbonization targets. A greener and more diversified portfolio will be reached by investing in biofuels, alternative mobility, renewable power generation and new technologies.

Run Responsible Operations
We will achieve our business and climate ambitions by prioritizing the health and safety of our employees, customers and partners, focusing on resource efficiency and environmental protection, and acting with integrity and transparency towards all our stakeholders.

Foster People and Communities
We aim to build and retain a talented, diverse and engaged team to support the company's transition to a low-carbon business and its regional growth ambitions. We strive to make a positive impact in our communities, by listening and acting on their concerns and supporting their sustainable development.

Leverage Innovation & Digitalization
We are committed to explore the use of innovative technology, research & pilot projects in new energy solutions, such as: carbon capture utilization and storage CC(U)S, low carbon hydrogen, photovoltaic assets, e-mobility, gas mobility. We support the use of waste feedstock to produce biofuels. We leverage digitalization to run programs to reduce carbon footprint, enhance HSSE capabilities and upskill employees.

OMV Petrom Group's 2023 Sustainability Report provides an overview of the company's economic, environmental, and social impact. It is prepared in accordance with the Global Reporting Initiative (GRI) standards, including the GRI 11 standard for the oil and gas sector. The report also integrates updated requirements from European regulations such as the EU Taxonomy Regulation and the Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD). Data are consolidated at the group level and cover the financial period from January 1 to December 31, 2023, with the report published on April 29, 2024. The document is verified by KPMG Audit SRL in accordance with the ISAE 3000 (revised) standard. Since 2011, OMV Petrom has been publishing sustainability reports regularly to highlight progress toward sustainable development.

Sustainability is a core element of our 2030 Strategy, guiding our efforts to operate responsibly, support our people and local communities, and harness the power of innovation and digital technologies. At the center of our sustainability vision is a strong commitment to leading the energy transition in Southeastern Europe.

The goals outlined in the United Nations 2030 Sustainable Development Agenda are deeply embedded in our sustainability approach. Our Sustainability Framework is designed to address all key material topics relevant to our operations. In 2022, we refined our materiality assessment to better reflect the impact of these objectives on our business, further confirming their importance to OMV Petrom's long-term strategy. Through this integrated and forward-looking approach, OMV Petrom is not only shaping a more sustainable future for energy, but also reaffirming its role as a responsible leader in the transformation of Southeastern Europe's energy landscape.

Sustainability Framework	Material topics categories	SDGs	ESG Topic
Transition to low carbon business	Climate change and Energy transition		Environment
Run Responsible operations	Health, Safety and Security		Social
	Environment		Environment
	Business Principles & Economic Impacts		
	Supply chain		Governance
Foster People & Communities	Employees		Social
	Community Relations		
	Human Rights		
Leverage Innovation & Digitalization	Circular economy and Innovation		Environment Social

Figure no. 2 Mapping of ESG, Sustainability Framework pillars, material topics and SDGs supported [3]

Benefits of Sustainability Reporting are:

- Transparency – Sustainability reporting provides public access to detailed information about the organization's environmental, social, and economic impact. By publishing this data, companies strengthen trust with customers and investors.

- Accountability – Publishing a sustainability report demonstrates a company's commitment to ethics and responsible practices, with a focus on positive impact on the community and environment.
- Compliance – Adhering to local and international regulations, such as the EU Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), ensures that organizations operate according to global standards.
- Reputation Enhancement – Sustainability reports improve companies' public image, attracting business partners, customers, and investors concerned with sustainability.
- Risk Management – Early identification and management of sustainability-related risks minimize negative impacts on business activity.
- Innovation – Reporting stimulates innovative solutions that promote efficiency and sustainability.

5. CONCLUSION

Sustainability reporting has become a central pillar in modern corporate strategy, reflecting companies' commitment to environmental protection, social responsibility, and transparent governance. The implementation of the CSRD Directive at European and national levels requires companies to present a clear, standardized picture of their ESG impact, thereby enhancing transparency, strengthening reputation, and attracting investors. In Romania, initiatives like the Romanian Sustainability Code facilitate this process by encouraging responsible practices. In a global context marked by climate and social crises, sustainability is no longer optional — it is essential for the future of business and society.

The 2023 Sustainability Report of OMV Petrom demonstrates the company's strategic and operational alignment with the evolving global standards and expectations surrounding environmental, social, and governance (ESG) performance. Through a transparent, data-driven approach adhering to the Global Reporting Initiative (GRI) standards and incorporating the EU Taxonomy and TCFD recommendations, OMV Petrom reaffirms its commitment to responsible business practices and long-term sustainable growth.

REFERENCES

[1] https://www.globalreporting.org

[2] https://www.omvpetrom.com/services/downloads/00/omvpetrom.com/1522253237521/omv-petrom-sustainability-report-2023.pdf
[3] https://www.omvpetrom.com/en/sustainability/our-approach/sustainability-strategy

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA REUMATOIDNI ARTRITIS

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON RHEUMATOID ARRHRITIS

Pregledni rad / Review paper

Studentica Ela Lindov, studentica*
Pred. VŠ Stjepan Stanić*

Sažetak

Reumatoidni artritis (RA) je kronična upalna autoimuna bolest s kompleksnom etiologijom koja uključuje genetske i okolišne čimbenike. S obzirom na sve prisutnije klimatske promjene, postavlja se pitanje na koji način ti okolišni čimbenici utječu na tijek i simptome RA. Ovaj rad se sastoji od dva dijela. U prvom dijelu je opisan utjecaj klimatskih promjena na reumatoidni artritis. U drugom dijelu je opisana studija slučaja, pacijenta mlađe dobi kojem je dijagnosticiran reumatoidni artritis. Cilj ovog rada je analizirati postojeće znanstvene dokaze o povezanosti klimatskih čimbenika, posebice temperature, vlažnosti zraka, zagađenja i psihosocijalnog stresa, s pojavom i pogoršanjem RA. Proveden je narativni pregled literature korištenjem baza PubMed, Scopus, ResearchGate i Web of Science, uključujući radove objavljene od 2000. do 2024. godine Rezultati pregleda literature dokazuju da hladnoća, visoka vlažnost i zagađenje zraka povezani su s pogoršanjem simptoma RA, dok psihosocijalni stres izazvan klimatskom nesigurnosti može posredno djelovati na imunološki odgovor. Klimatske promjene mogu imati značajan, iako kompleksan, utjecaj na pacijente s RA. Potrebna su daljnja interdisciplinarna istraživanja i razvoj kliničkih smjernica koje uključuju okolišne čimbenike u pristupu liječenju RA.

Ključne riječi: *reumatoidni artritis, klimatske promjene, zagađenje zraka, autoimune bolesti, okolišni čimbenici.*

Abstarct

Rheumatoid arthritis (RA) is a chronic inflammatory autoimmune disease with a complex etiology that includes genetic and environmental factors. Given the increasing prevalence of climate change, the question arises as to how these

*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: elalindov@gmail.com
*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: stjepan.stanic@ceps.edu.ba

environmental factors affect the course and symptoms of RA. This paper consists of two parts. The first part describes the impact of climate change on rheumatoid arthritis. The second part describes a case study of a young patient diagnosed with rheumatoid arthritis. The aim of this paper is to analyze the existing scientific evidence on the association of climate factors, especially temperature, humidity, pollution and psychosocial stress, with the onset and exacerbation of RA. A narrative literature review was conducted using the PubMed, Scopus, ResearchGate and Web of Science databases, including papers published from 2000 to 2024. The results of the literature review demonstrate that cold, high humidity and air pollution are associated with the exacerbation of RA symptoms, while psychosocial stress caused by climate uncertainty may indirectly affect the immune response. Climate change may have a significant, albeit complex, impact on patients with RA. Further interdisciplinary research and development of clinical guidelines that incorporate environmental factors into the approach to RA treatment are needed.

Keywords: rheumatoid arthritis, climate change, air pollution, autoimmune diseases, environmental factors.

1. UVOD

Reumatoidni artritis je kronični, sistemni poremećaj, uglavnom lokaliziran na perifernim zglobovima. Strukture oko zgloba kao što su tetivne ovojnice i burze također su zahvaćene. Reumatoidni artritis pojavljuje se svugdje u svijetu. Dva do tri puta je češći u žena nego u muškaraca. Može nastati u bilo kojoj dobi, ali najučestalija pojavnost je u dobi između 40 – 60 godine. (Kliničke smjernice u fizioterapiji, 2011)

Kod reumatoidnog artritisa dolazi do destrukcije zglobova, invaliditeta i smanjene kvalitete života. Karakterizovana je hroničnom upalom sinovijalne membrane. Reumatoidni artritis je sistemska bolest jer upalni proces zahvaća uz zglobove i organske sustave, a s napretkom bolesti zglobovi pod utjecajem upalnog procesa podliježu degenerativnim promjenama. (Janković, S. 2023. Fizioterapija u reumatologiji).

2. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA REUMATOIDNI ARTRITIS

Reumatoidni artritis je upalna autoimuna bolest s kompleksnom etiologijom. Uključuje genetske i okolišne, tj. vanjske faktore. Etiopatogeneza

reumatoidnog artritisa se temelji na složenoj interakciji između genetske predispozicije i okolišnih faktora. Posebna pozornost se pridaje utjecaju klimatskih čimbenika na tijek bolesti. Globalno zatopljenje, povećana učestalost ekstremnih vremenskih uvjeta i pogoršanje kvalitete zraka predstavljaju nove izazove u liječenju kroničnih bolesti. Postavlja se pitanje može li klimatski kontekst djelovati kao pokretač pogoršanja simptoma RA ili čak kao rizični čimbenik za njegov razvoj.

2.1. Meteorološki čimbenici

Postoje indicije da vremenske promjene, osobito niske temperature, visoka vlažnost i nagle oscilacije atmosferskog tlaka, mogu dovesti do subjektivnog pogoršanja simptoma RA (Vergès et al., 2004) . Rezultati istraživanja koje su proveli (Kondo et al., 2023) ukazuju na mogućnost da klimatski uvjeti utječu na imunološki sustav stanica, proporciju i fukciju te mogu biti povezani s patogenim mehanizmom nastanka RA.
Ceballos i sur. (2018) ukazuju da takvi uvjeti mogu utjecati na mikrocirkulaciju i zglobne receptore boli, što posredno pogoršava stanje pacijenata.
Klimatske promjene, osim fizičkog, imaju i psihološki učinak na populaciju, uključujući pojavu tzv. "klimatske anksioznosti". Stres je poznat modulator imunološkog odgovora koji može pogoršati tijek RA (Cutolo et al., 2006) . Osobe koje su izložene ekstremnim klimatskim događajima također češće pate od depresije. To dodatno komplicira kliničku sliku oboljelih od reumatoidnog artritisa.

2.2. Onečišćenje zraka

Onečišćenje zraka je pojava koja obuhvaća prisustvo jedne ili više tvari u zraku, kao što su aerosoli (prašine, dimovi, magle) plinovi i pare. Onečišćenje zraka je problem na lokalnoj i globalnoj razini (Paviša. 2020).
Onečišćenje zraka, osobito PM2.5, ozon i NO_2, povezano je s povećanim rizikom za razvoj RA. Dugotrajna izloženost tim česticama inducira sustavnu upalu i može potaknuti autoimuni odgovor kod genetski predisponiranih osoba (De Roos et al., 2014; Jung et al., 2017)
Uloga onečišćenja zraka u razvoju reumatoidnog artritisa ima važnu ulogu. Klimatske promjene mogle bi biti pokretač povećanja incidencije RA s povećanjem onečišćenja zraka (Bade et al., 2024).
Inhalirani polutanti aktiviraju dendritičke stanice u plućima koje potom stimuliraju limfocite i proizvodnju autoantitijela. Većina epidemioloških

istraživananja procijenila je povezanost između onečišćenog zraka i povećanog rizika od razvoja reumatoidnog artritisa. Inhalirani polutanti aktiviraju dendritičke stanice u plućima koje potom stimuliraju limfocite i proizvodnju autoantitijela (Dellaripa et al.,2024)

3. STUDIJA SLUČAJA

3.1. Opći podaci

Pacijent, muškog spola, starosti 21 godinu. Rođen je prijevremeno u 7. mjesecu tudnoće. Zbog ranijeg rođenja s ciljem kvalitetne njege i liječenja proveo je u inkubatoru 3 mjeseca Fizički je inače dosta aktivana osoba. Ne konzumira cigarete. Po zanimanju je zdravstveni radnik, farmaceutski tehničar. U porodičnoj anamnezi, nema zabilježenih slučajeva reumatoidnog artritisa.

3.2. Dijagnoza

Na osnovu osobne anamneze i kliničke slike ustanovljena je dijagnoza reumatoidnog artritis a i hipotireoze. Prilikom uzimanja lične anamneze i kliničkog pregeleda zabilježene su promjene na više organskih sistema, a povezani su s reumatoidnim artritisom:

1. Promjene na lokomotornom sistemu,
2. Neurološke promjene,
3. Promjene imuniteta,
4. Kardiovaskularne promjene,
5. Senzorne promjene,
6. Promjene na endokrinom sistemu i
7. Kožne promjene

1. *Promjene na lokomotornom sistemu*

U prošlosti je zabilježena fraktura lijeve noge, rebara i nosne kosti. Zbog frakture lijeve noge , ista je kraća 2 mm. Zbilježena je i luksacija ramenog zgloba, ključne kosti, ručnog i skočnog zgloba. Također,u prošlosti prilikom planinarenja, došlo je i do povrede pršljenova (L4, L5 I S1). Kod pacijenta je prethodno dijagnostizirana i skolioza. Reumatska groznica zabilježena otprilike 3 puta godišnje uu trajanju po 7 dana, prilikom koje dolazi do nesvjestice.

Reumatoidnim artritisom su zahvaćeni zglobovi šake i zglobne čahure. Primjećena je i usporena motorika, smanjeni refleksi, smanjena pokretljivost, nestabilnost zglobova, krepitacije, tenosinovitis, bolovi u mišićima, bolovi kostima, povećan tonus mišića (hipertrofija), edem zglobova, prvenstveno ruku.

Uočena je i hipertrofija (napetost mišića). Bolovi su intenzivniji sa promjenom vremena.

DIJAGNOSTIČKI KRITERIJUMI	SEYFRIEDOVA PODJELA
JUTARNJA UKOČENOST	KLASIČNI RA 7 KRITERIJUMA
BOL PRI POKRETIMA U JEDNOM ILI VIŠE ZGLOBOVA	
OTOK JEDNOG ZGLOBA	SIGURNI RA 5 KRITERIJUMA
OTOK VIŠE ZGLOBOVA	
SIMETRIČNA AFEKCIJA ZGLOBOVA	
KARAKTERISTIČNE PATOHISTOLOŠKE PROMJENE PRI SINOVIJALNOJ BIOPSIJI	
PODKOŽNI ČVORIĆI	
HISTOLOŠKA POTVRDA REUMATSKOG ARTRITISA	VJEROVATNI RA 3 KRITERIJUMA
KARAKTERISTIČNE PROMJENE NA RADIOGRAMU	
PRISUTNOST REUMATOIDNIH FAKTORA	MOGUĆI RA 1 KRITERIJUM
POZITIVAN NALAZ RA FAKTORA U ZGLOBNOM IZLIVU	

Tabela 1. Dijagnostički kriterijumi i Seyfriedova podjela
Izvor: Milorad R. Jevtić, Fizikalna medicina i rehabilitacija

	POKRETLJIVOST	POSTOTAK OGRANIČENJA
0	UREDNA	
1	OGRANIČENA	10%
2	OGRANIČENA	25%
3	OGRANIČENA	50%
4	OGRANIČENA	75%
5	OGRANIČENA	100%

Tabela 2. Numerički model za mjerenje pokretljivosti (NMOP)
Izvor: Milorad R. Jevtić, Fizikalna medicina i rehabilitacija

2. *Neurološke promjene*
   Navečer zamječeno trnjenje stopala, listova i lijeve ruke (mali i domali prsti) u trajanju po 3 sata. Također, pacjent ima izražen i tremor ruku i povećan senzibilitet. Pored reumatoidnog artitisa sumnja se i na depresiju.

3. *Promjene imuniteta*
   Pacijent općenito ima veoma slab imunitet. Pacijent je alergičan na soli zlata, kafa, jagode, kivi, prašina, polen, maline, orašasti plodovi

4. *Kardivaskularne promjene*
   Hipetrenzija je zabilježena u ličnoj i porodičnoj anamnezi.

	VRIJEDNOST KP UJUTRO	VRIJEDNOST KP NAVEČER
1. DAN	121 / 102	118 / 96
2. DAN	131 / 110	127 / 75
3. DAN	123 / 67	112 / 78
4. DAN	102 / 87	138 / 108
5. DAN	127 / 67	119 / 84
6. DAN	118 / 73	136 / 93
7. DAN	123 / 82	132 / 101
PROSJEČNA VRIJEDNOST KRVNOG PRITISKA UJUTRO: 118 / 84		
PROSJEČNA VRIJEDNOST KRVNOG PRITISKA NAVEČER: 125 / 91		

Tabela 3. Vrijednosti krvnog pritiska koje su mjerene dva puta dnevno u periodu od 7 dana

5. *Senzorne promjene*
   Retinopatija i hormonska terapija kao dijete. Pacijent je slabovidnodan ima jaku kratkovidnost (myopia) : sph. -8.0 , cyl. –0.75
6. *Promjene na endokrinom sistemu*
   Prilikom pregleda primjećeno prekomjerno znojenje, natečen vratni dio (guša), mutacije glas. Sumnja na usporen rad štitne žlijezde (hipotireozu).
7. *Kožne promjene*
   Primječene su psorijatične promjene.

3.3. Terapija

Liječenje se sastoji od kombinacije farmakoloških i nefarmakoloških metoda. Nefarmakološko liječenje podrazumijeva promjenu životnog stila i prehrane te razne oblike fiziklane terapije. Farmakološko liječenje je potrebno započeti što ranije, a cilj je postići remisiju kod bolesnika s ranim oblikom bolesti (Hutinec, K, 2019.)

Pacijent se liječi farmakološkim i nefarmakološkim metodama. Ciljevi terapije (fizikalne, dijetalne i farmakoterapije) u liječenju pacijenta bili su su:

1. Postizanje hipotrofije i smanjenje hipertrofije

2. Sprječavanje razvoja mišićnih atrofija
3. Sprječavanje kontraktura zglobova
4. Sprječavanje osteoporoze i destrukcije kostiju zbog inaktiviteta
5. Smanjivanje težine zbog termoregulacije
6. Povećanje opsega pokreta
7. Smanjivanje i regulacija boli

Farmakološkim metodama pacijent tretira reumatoidni artritis, hipotireozu, oslabljen imunitet, alergije i bolove.

1. Reumatoidni artritis: antiflogistici, nesteroidni metatrexat
2. Hipotireoza: selen, jod
3. Imunitet: B complex, rain soul,
4. Alergije: kalcij, ventolin, flixotidi, antihistaminici
5. Bolovi: magnezij, brufen, salicilati, analgetici.

Od nefarmakoloških metoda liječeneja u liječenju pacijenat se primjenjuje fizikalna terapija:

1. Magnetoterapija
2. Termoterapija (topla i hladna diferentna zona)
3. Vakuumski IFS
4. Elektroforeza sa lidokainom
5. Elektrostimulacija nerava
6. Infracrveno zračenje
7. Kineziterapija (plivanje, vježbe istezanja, Janda i Evjenth i PNF metode kontrakcije u najizduzenijoj poziciji, stretch ballistics)

Za pacijenta u svrhu liječenja je izrađen poseban nutricionistički (dijetetski) plan. Pacijentu se savjetuje da postepeno prestane konzumirati fast food, tjesteninu, slatko i prekomjerno slanu hranu. Pacijentu je preporučno da konzumira više voća i povrća. Potrebno je dodati prehrambene suplemente u ishranu. Potrebno je da pacijent doda više proteina, vitamina i više bijelog mesa u svakodnevnu ishranu. Nakon primjene terapije u tabeli koja je prikazana u nastavku se može primjetiti da je klinička slika pacijenta značajno poboljšana.

PRIJE TERAPIJE	POSLIJE TERAPIJE
VISINA : 176 cm	VISINA : 178 cm
TEŽINA : 82 kg	TEŽINA : 74,5 kg
RTG: UPALA NERAVA OKO ZGLOBOVA, ZGLOBNE ČAHURE NA ŠAKAMA I FALANGAMA STOPALA UPALJENE, POČETAK UPALE ZGLOBNE ČAHURE DESNOG KOLJENA I LIJEVOG LAKTA	RTG: FIBROZNO TKIVO I UPALNI PROCES ZGLOBNIH ČAHURA SMANJENI, NA LAKTU I KOLJENU UPALNI PROCES TOTALNO IŠČEZNUO, POČETAK OBNOVA TKIVA NA ZGLOBOVIMA ŠAKE

Tabela 4. Prvi ciklus terapije (od juna do novembra)

4. RASPRAVA

Iako uzročna veza između klimatskih promjena i RA nije nedvosmisleno potvrđena, sve veći broj epidemioloških studija sugerira jasnu povezanost između određenih okolišnih čimbenika i izraženosti simptoma bolesti.
Važno je istaknuti da ne postoji univerzalni odgovor pacijenata na klimatske uvjete – individualna osjetljivost, prisutnost komorbiditeta te socioekonomski status značajno utječu na percepciju simptoma i njihovo upravljanje.
Također, klimatske promjene mogu utjecati na dostupnost terapije, mobilnost pacijenata, prehrambene navike i mentalno zdravlje – što sve posredno djeluje na ishode liječenja. Postoji potreba za razvojem personaliziranih terapijskih pristupa koji uključuju i praćenje okolišnih uvjeta.

5. ZAKLJUČAK

Klimatske promjene predstavljaju značajan čimbenik koji može utjecati na klinički tijek reumatoidnog artritisa. Njihov utjecaj očituje se kroz meteorološke varijable, zagađenje zraka i psihosocijalni stres. Iako nije moguće spriječiti vremenske promjene, mogu se razviti strategije prilagodbe koje uključuju informiranje pacijenata, nadzor kvalitete zraka i promicanje psihološke otpornosti. U radu je prikazan slučaj reumatoidnog atritisa sa raznolikom kliničom slikom. Pored velikog broja povreda i stanja koja su zahvatila lokomotorni sistem, pacijent prikazan kroz ovaj rad ima stanja i bolesti koje su zahvatile druge organe i organske sisteme poput: neurološkog sistema, promjene imuniteta, kardiovaskularne promjene, senzorne promjene,p romjena na endokrinom sistemu i kožne promjene. Pacijent prikazan u radu je je meteoropata, možemo zaključiti da promjena jednog ili više meteoroloških faktora utječe na zdravstveno stanje pacijenta. Međutim, kako je generalno tema utjecaja klimatskih faktora još uvijek nije dovoljno istražena potrebna su dodatna istraživanja kako bi se dodatno poboljšalo razumijevanje i svijest o

učinku klimatskih promjena na reumatoidni artritis. Daljnja istraživanja trebaju usmjeriti pažnju na longitudinalne studije koje će uključiti biološke markere, okolišne podatke i psihosocijalne varijable kako bi se uspostavila bolja dijagnostika i personalizirana skrb za osobe s RA.

LITERATURA

1. Ceballos, A. G., Cardiel, M. H., & Rojas-Villarraga, A. (2018). Influence of meteorological factors on rheumatic diseases: A systematic review. Clinical Rheumatology, 37(4), 1039–1051.
2. Bade, K., Mueller K., Sparks J. (2024). Air pollution and rheumatoid arthritis risk and progression: implications for the mucosal origins hypothesis and climate change for RA pathogenesis.
3. Cutolo, M., Sulli, A., & Straub, R. H. (2006). Stress and autoimmunity. Autoimmunity Reviews, 5(8), 502–508.
4. De Roos, A. J., Koehoorn, M., Tamburic, L., Davies, H. W., & Brauer, M. (2014). Ambient air pollution and the risk of rheumatoid arthritis. Environmental Health Perspectives, 122(8), 804–810.
5. Dellaripa F., (2024).American College of Rheumatology White Paper: The Effects of Climate Change on Rheumatic Conditions-An Evolving Landscape and Path Forward.
6. Hutinec, K., (2019.) Učinkovitost liječenja biološkim lijekovima u reumatoidnom artritisu na postizanje remisije i niske aktivnosti bolesti.
7. Janković, S. 2023. Fizioterapija u reumatologiji, Veleučilište Lavoslav Ružička u Vukovaru.
8. Jung, C. R., Lin, Y. T., & Hwang, B. F. (2017). Ozone, PM2.5, and newly diagnosed rheumatoid arthritis: A population-based cohort study. Environmental Research, 158, 610–616.
9. Kondo, Y., Abe, S-, Toko, H. (2023). Effect of climatic environment on immunological features of rheumatoid arthritis.
10. Kliničke smjernic3e u fizioterapiji. (2011)
11. McInnes, I. B., & Schett, G. (2011). The pathogenesis of rheumatoid arthritis. New England Journal of Medicine, 365(23), 2205–2219.
12. Milorad R. Jevtić : Klinička kineziterapija
13. Milorad R. Jevtić : Fizikalna medicina i rehabilitacija
14. Paviša P. Onečišćenje zraka u Reupublici Hrvatskoj.
15. Vergès, J., Montell, E., & Tomas, E. (2004). Weather conditions and changes in pain and other symptoms in patients with osteoarthritis. The American Journal of Medicine, 116(8), 516–517.

ULOGA ZDRAVSTVENIH RADNIKA U KRIZNIM SITUACIJAMA- IZAZOVI I ODGOVORNOSTI U POPLAVLJENIM PODRUČJIMA

THE ROLE OF HEALTHCARE WORKERS IN CRISIS SITUATIONS - CHALLENGES AND RESPONSIBILITIES IN FLOODED AREAS

Stručni rad / Professional paper

Prof. dr. Irmelina Karić*

Student: Amna Kahrimanović*

Sažetak

Rad analizira ključnu ulogu zdravstvenih radnika u kriznim situacijama izazvanim poplavama, fokusirajući se na njihove zadatke, izazove i strategije odgovora. Poplave donose brojne fizičke, psihološke i društvene posljedice, a zdravstveni radnici imaju centralnu ulogu u pružanju pomoći i koordinaciji sa službama poput civilne zaštite. Posebna pažnja posvećena je prevenciji epidemija, održavanju osnovnih zdravstvenih usluga i psihološkoj podršci pogođenom stanovništvu. Među izazovima su otežan pristup ugroženim područjima, manjak opreme i potreba za efikasnim upravljanjem resursima. Rad naglašava važnost obuke i pripreme zdravstvenih radnika za ovakve situacije, kao i njihov doprinos ne samo spašavanju života, već i oporavku zajednice nakon katastrofe.

Ključne riječi: *zdravstveni radnici, poplave, krizne situacije, javno zdravlje, epidemije, mentalno zdravlje, intervencija, prevencija.*

Abstract

The paper analyzes the key role of healthcare workers in crisis situations caused by floods, focusing on their tasks, challenges, and response strategies. Floods bring numerous physical, psychological, and social consequences, and healthcare workers play a central role in providing assistance and coordinating with services such as civil protection. Special attention is given to epidemic prevention, maintaining basic healthcare services, and providing psychological

*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: ninakaric8@gmail.com
*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: amnakahrimanovic5@gmail.com

support to affected populations. Challenges include limited access to affected areas, lack of medical equipment, and the need for efficient resource management. The paper emphasizes the importance of training and preparing healthcare workers for such situations, as well as their contribution not only to saving lives but also to the recovery of the community after the disaster.

Key words: *healthcare workers, floods, crisis situations, public health, epidemics, mental health, intervention, prevention.*

1. UVOD

Krizne situacije izazvane prirodnim nepogodama, poput poplava, predstavljaju ozbiljan izazov za javno zdravlje i sigurnost. Poplave ne samo da ugrožavaju fizičku infrastrukturu, već izazivaju i dugoročne socijalne, ekonomske i psihološke posljedice za pogođene zajednice. U takvim okolnostima, zdravstveni radnici igraju ključnu ulogu u obezbjeđivanju osnovne medicinske njege, prevenciji epidemija, kao i pružanju psihološke pomoći osobama koje su preživjele ovu tešku katastrofu. Njihov angažman i sposobnost za brzo i efikasno djelovanje mogu značajno uticati na brzinu oporavka zajednice i smanjenje negativnih zdravstvenih posljedica koje nastaju uslijed poplava.Zdravstveni radnici suočavaju se s brojnim izazovima u ovim ekstremnim situacijama. Ove okolnosti obuhvataju ne samo fizičke prijetnje, kao što su povrede izazvane poplavama, nego i širenje zaraznih bolesti zbog kontaminacije vode i smanjenih sanitarnih uvjeta. Pored toga, poplave ostavljaju duboke psihološke tragove na ljude koji gube domove, članove porodica i imovinu, čineći neophodnim uključivanje stručnjaka za mentalno zdravlje. S obzirom na sve ove faktore, zdravstveni radnici ne samo da moraju pružati hitnu medicinsku pomoć, nego i organizovati preventivne mjere, koordinirati s drugim kriznim službama i međunarodnim organizacijama te raditi na stabilizaciji i obnovi pogođene zajednice.Uloga zdravstvenih radnika u kriznim situacijama podrazumijeva brzo donošenje odluka i prioritetizaciju resursa u uslovima ograničenih sredstava. Svaka poplava donosi specifične izazove, bilo da je riječ o velikim urbanim sredinama ili udaljenim ruralnim područjima, gdje su pristup i komunikacija sa pogođenim područjima otežani. Uprkos tim izazovima, zdravstveni radnici ostaju nezamjenjiv oslonac u procesu kriznog odgovora, jer njihov angažman ne samo da spašava ljudske živote, već doprinosi smanjenju dužine trajanja krize i omogućava brži oporavak zajednice.S obzirom na sve navedene izazove i odgovornosti, cilj ovog seminarskog rada je detaljno istražiti ulogu zdravstvenih radnika u kriznim

situacijama izazvanim poplavama, analizirati njihove ključne zadatke i odgovornosti, kao i utvrditi faktore koji mogu poboljšati učinkovitost njihove intervencije u takvim situacijama. Kroz razmatranje konkretnih primjera iz prakse, rad će nastojati osvježiti postojeće spoznaje o ulozi zdravstvenih radnika u upravljanju krizama i njihovom uticaju na zdravlje i sigurnost populacije.Kroz ovaj rad, cilj je osigurati dublje razumijevanje kompleksnosti uloge zdravstvenih radnika u poplavama, kao i predložiti preporuke za unapređenje sistema kriznog odgovora u kontekstu prirodnih katastrofa. (Matić, 2017)

2. ZDRAVSTVENI RIZICI TOKOM POPLAVA

Poplave, kao prirodna nepogoda, donose sa sobom brojne zdravstvene rizike koji ozbiljno ugrožavaju zdravlje pogođenih zajednica. Osim neposrednih fizičkih povreda izazvanih samim tokom poplave, postoje i dugoročne zdravstvene posljedice koje se javljaju uslijed kontaminacije okoliša, smanjenog pristupa zdravstvenim uslugama, te narušavanja socijalnih i sanitacijskih uvjeta. Zdravstveni radnici u ovim kriznim situacijama suočavaju se s izazovima pružanja adekvatne pomoći u uvjetima u kojima su resursi ograničeni, a pristup zaraženim područjima otežan. Uzimajući u obzir raznovrsnost zdravstvenih prijetnji, njihova pravovremena identifikacija i odgovarajuća reakcija postaju ključni faktori za minimiziranje negativnih posljedica po zdravlje stanovništva.Jedan od najznačajnijih zdravstvenih rizika koji se javlja tokom poplava jeste širenje zaraznih bolesti. Kontaminacija izvora pitke vode uslijed izlijevanja kanalizacijskih sistema, industrijskih otpadnih voda, te izlivanja hemikalija i drugih toksina, stvara povoljne uvjete za širenje patogena. Bakterijske infekcije poput kolere, tifusa, dizenterije, te bolesti koje se prenose vodom, predstavljaju direktnu prijetnju zdravlju preživjelih. Na području gdje su uslovi za sanitaciju ograničeni, lako može doći do izbijanja epidemija, koje dodatno opterećuju već preopterećeni zdravstveni sistem. Osim bakterijskih infekcija, poplave također mogu uzrokovati povećanje broja respiratornih bolesti, kao što su prehlade, gripa i teže respiratorne infekcije, uslijed povećane vlažnosti i prisutnosti zagađivača u zraku.Pored fizičkih povreda, kao što su posjekotine, ogrebotine, prijelomi i povrede izazvane udarima, postoji i rizik od utapanja, posebno u područjima koja su teže pogođena velikim količinama vode. Takve povrede zahtijevaju hitnu medicinsku intervenciju, međutim, poplave često ometaju pristup potrebnoj medicinskoj pomoći, čime se produžava vrijeme do intervencije i povećava rizik od komplikacija. Također, osobe koje su povrijeđene zbog urušavanja objekata ili nesreća tokom

evakuacije, izložene su daljim opasnostima zbog nemogućnosti brzog pružanja medicinske pomoći.Ne manje važan, ali često zanemaren faktor, jeste uticaj poplava na mentalno zdravlje. Gubitak doma, imovine i voljenih osoba stvara ogroman psihološki pritisak na preživjele. Dugotrajna izloženost stresu, nesigurnost o budućnosti, te trauma izazvana iskustvom poplave mogu rezultirati pojavom mentalnih poremećaja, kao što su posttraumatski stresni poremećaj (PTSP), depresija i anksioznost. Ovi problemi često ne nestaju sami od sebe, već zahtijevaju kontinuiranu psihološku podršku i terapiju. U takvim uvjetima, zdravstveni radnici imaju zadatak ne samo da pruže medicinsku njegu, već i da identifikuju psihološke traume kod pogođenih osoba te da im omoguće pristup odgovarajućoj terapiji i pomoći.S obzirom na ove složene zdravstvene izazove, brzo i efikasno djelovanje zdravstvenih radnika u kriznim situacijama postaje ključno za sprječavanje daljih posljedica. Međutim, dodatni problemi nastaju kada se zdravstvena infrastruktura uništi ili ozbiljno ošteti tokom poplava, čime se otežava pružanje osnovnih zdravstvenih usluga. Zdravstveni radnici u takvim uvjetima moraju biti spremni na improvizaciju, efikasnu raspodjelu ograničenih resursa i koordinaciju sa drugim institucijama i organizacijama kako bi se osigurala neophodna pomoć ugroženima. Pored toga, važno je usmjeriti pažnju na dugoročnu obnovu zdravstvene infrastrukture, kao i implementaciju preventivnih mjera koje će smanjiti rizik od izbijanja novih bolesti i komplikacija u budućnosti. U konačnici, razumijevanje i pravovremeno adresiranje zdravstvenih rizika tokom poplava od esencijalne je važnosti za minimiziranje zdravstvenih problema, te za brži oporavak zajednice nakon katastrofe. (Savić & Jovanović, 2013).



Slika 1. Poplavljeno urbano područje, rizik po zdravlje I infrastrukturu
Izvor[*https://www.google.com/search?sca_esv=19f8f2d2dec41c53&q=poplavljeno+urbano+podru%C4%8Dje&udm*](https://www.google.com/search?sca_esv=19f8f2d2dec41c53&q=poplavljeno+urbano+podru%C4%8Dje&udm)*(Pristupljeno 25.4.2025)*

3. ULOGA ZDRAVSTVENOG RADNIKA U KRIZNIM SITUACIJAMA

Zdravstveni radnici u kriznim situacijama, posebno onim izazvanim prirodnim katastrofama kao što su poplave, imaju ključnu ulogu u obezbjeđivanju zaštite i sigurnosti zdravlja ugroženih osoba. Njihov zadatak nije samo pružanje hitne medicinske pomoći, već i koordinacija u opsežnim kriznim odgovorima, prevencija širenja zaraznih bolesti, te pružanje psihološke podrške onima koji su preživjeli katastrofu. Zdravstveni radnici, u saradnji sa drugim službama i organizacijama, postaju osnovna karika u uspostavljanju stabilnosti i minimaliziranju dugoročnih zdravstvenih posljedica.U uvjetima poplava, zdravstveni radnici suočavaju se s mnogobrojnim izazovima koji zahtijevaju brzinu, efikasnost i koordinaciju. Njihova uloga je višestruka: od inicijalne procjene situacije i identifikacije najugroženijih, preko hitne medicinske intervencije, do postepenog vraćanja u normalu kroz dugoročnu rehabilitaciju. Zdravstveni radnici moraju biti sposobni brzo prepoznati osnovne prijetnje zdravlju, kao što su infekcije, povrede ili trovanje, te intervenirati na način koji minimizira daljnje komplikacije. U ovim situacijama, brzina i preciznost u pružanju medicinske pomoći mogu biti presudni za očuvanje života i smanjenje morbiditeta među pogođenim osobama.Jedan od ključnih aspekata uloge zdravstvenih radnika u kriznim situacijama je njihova sposobnost da prepoznaju širu sliku zdravstvenih prijetnji koje proizlaze iz katastrofe. Osim neposrednih fizičkih povreda, zdravstveni radnici moraju se baviti i prevencijom epidemija, osigurati dostupnost lijekova i vakcina, te upravljati resursima u uvjetima ograničenih sredstava. Također, zdravstveni radnici imaju odgovornost da osiguraju osnovne sanitarne uvjete, kao i adekvatan pristup vodi i hrani, koji su ključni faktori u prevenciji zaraznih bolesti. U tom kontekstu, njihova sposobnost da rade u timovima s drugim stručnjacima i organizacijama, kao i da usmjere resurse tamo gdje su najpotrebniji, postaje od ključne važnosti. Pored fizičkog zdravlja, zdravstveni radnici igraju presudnu ulogu i u mentalnom zdravlju osoba pogođenih katastrofama. Psihološka pomoć, koja može uključivati individualnu terapiju, grupne sesije ili kriznu intervenciju, neophodna je za obnavljanje emocionalne ravnoteže i smanjenje dugoročnih negativnih efekata katastrofe na mentalno zdravlje. U konačnici, zdravstveni radnici su često na čelu implementacije preventivnih mjera u postpoplavnim uvjetima. Uz obezbjeđivanje osnovnih medicinskih usluga, njihova odgovornost se proširuje na edukaciju i informisanje zajednice o važnosti prevencije bolesti, pravilnoj higijeni, kao i pravilnoj upotrebi dostupnih resursa. Uz to, njihova uloga u koordinaciji sa lokalnim vlastima, međunarodnim organizacijama i nevladinim sektorima omogućava efikasan

odgovor na krizne situacije i doprinosi obnovi i oporavku pogođenih područja. uloga zdravstvenog radnika u kriznim situacijama prevazilazi okvire klasične medicinske pomoći. Njihova svestranost, sposobnost brzog odlučivanja, kao i efikasna koordinacija sa drugim službama, čine ih nezamjenjivim dijelom kriznog odgovora, od kojih zavisi zdravlje i dobrobit cijele zajednice u postpoplavnim uvjetima. (Mujezinović & Velić, 2015).



Slika 2. Evakuacija I pomoć stanovništvu tokom poplava
Izvor:https://www.google.com/search?sca_esv=11e576cd2babb724&q=Evakuacija+I+pomo%C4%87+stanovni%C5%A1tvu+tokom+poplava&udm (Pristupljeno 25.4.2025)

4. IZAZOVI I ODGOVORNOSTI U POPLAVLJENIM PODRUČJIMA

Zdravstveni radnici suočavaju se s nizom složenih izazova i odgovornosti prilikom djelovanja u poplavljenim područjima, gdje uvjeti za pružanje pomoći nisu samo otežani, već i ekstremno dinamični. Prvo i osnovno, zdravstveni radnici moraju biti sposobni brzo i precizno procijeniti situaciju na terenu, prepoznajući najugroženije kategorije stanovništva i prioritete za hitnu medicinsku intervenciju. Međutim, osim neposrednih medicinskih intervencija, njihove odgovornosti se protežu na mnoge aspekte javnog zdravlja, koordinaciju kriznih službi i prevenciju daljnjih zdravstvenih prijetnji. Jedan od najvećih izazova s kojima se zdravstveni radnici susreću u ovim situacijama je osiguranje osnovnih medicinskih usluga u uvjetima potpunog kolapsa infrastrukture. Poplave često uništavaju bolnice, klinike i druge zdravstvene ustanove, čime se smanjuje ili potpuno onemogućava pružanje standardne medicinske pomoći. Zdravstveni radnici moraju improvizirati, koristeći resurse

koji su im na raspolaganju, te biti spremni na rad u improviziranim zdravstvenim punktovima. Osim toga, pristup hitnoj pomoći često je otežan zbog blokiranih puteva, poplavljenih područja i nepristupačnih terena, što zahtijeva dodatne napore u organizaciji transporta pacijenata i medicinskog osoblja. Kontaminacija okoliša, koja prati poplave, stvara ozbiljne rizike za zdravlje stanovništva. Kanalizacija, industrijski otpad i ostale štetne materije često završavaju u vodi, čime dolazi do ozbiljne kontaminacije izvora pitke vode. Ovi uvjeti stvore plodno tlo za širenje zaraznih bolesti, poput kolere, dizenterije, tifusa, ali i respiratornih infekcija. Zdravstveni radnici imaju odgovornost da poduzmu hitne mjere za prevenciju epidemija, uključujući distribuciju čiste vode, pružanje vakcinacija i sanitarnih rješenja. Pored toga, oni moraju kontinuirano pratiti zdravstveno stanje ljudi, te prepoznati simptome i intervencijama spriječiti daljnje širenje bolesti. Koordinacija s drugim kriznim službama također predstavlja ključni izazov u ovim situacijama. Zdravstveni radnici ne djeluju u izolaciji, već moraju sarađivati s civilnom zaštitom, vojnim snagama, nevladinim organizacijama i međunarodnim timovima, čime se osigurava efikasan odgovor na kriznu situaciju. Koordinacija resursa, distribucija pomoći i organizacija evakuacije ugroženih osoba zahtijevaju visok nivo timske koordinacije i brzine reakcije. S obzirom na opasnost od dodatnih prirodnih nepogoda, poput klizišta, česte promjene u uvjetima na terenu zahtijevaju od zdravstvenih radnika da budu spremni za kontinuiranu adaptaciju i izmjenu strategija. U zaključku, izazovi i odgovornosti zdravstvenih radnika u poplavljenim područjima su višestruki i složeni. Osim neposrednih medicinskih intervencija, oni igraju ključnu ulogu u prevenciji zaraznih bolesti, zaštiti mentalnog zdravlja stanovništva i koordinaciji sa drugim kriznim službama. Njihova sposobnost da brzo reagiraju, prilagode se dinamičnim uvjetima i djeluju u timovima, ima presudnu važnost za smanjenje negativnih posljedica poplava na zdravlje i oporavak zajednice. (Vuković & Petrović, 2014).

5. PRIPREMA I OBUKA ZDRAVSTVENIH RADNIKA ZA KRIZNE SITUACIJE

Priprema i obuka zdravstvenih radnika za krizne situacije, posebno za katastrofe poput poplava, predstavlja ključni faktor u osiguravanju efikasnog odgovora na prirodne nepogode. U kriznim situacijama, zdravlje i životi ljudi mogu biti ozbiljno ugroženi, a uspjeh odgovora zavisi od brzine, preciznosti i koordinacije zdravstvenih službi. Obuka zdravstvenih radnika za hitne i krizne situacije mora biti sveobuhvatna, dinamična i adaptivna, jer specifični izazovi u

katastrofama variraju u zavisnosti od opsega, vrste i geografskog smještaja nesreće. U ovom kontekstu, od izuzetne važnosti je osiguranje da zdravstveni radnici posjeduju ne samo tehničke i medicinske vještine, već i sposobnost za brzo donošenje odluka, timski rad, te emocionalnu otpornost.

5.1. Sadržaj obuke i vrste kriznih vježbi

Obuka zdravstvenih radnika za krizne situacije obuhvata širok spektar tema i vještina, uključujući fizičke, psihološke, logističke i administrativne aspekte odgovora na katastrofe. Osnovni ciljevi ove obuke su osposobiti zdravstvene radnike da:

- Učinkovito reaguju na hitne medicinske situacije: Zdravstveni radnici trebaju biti obučeni da brzo procijene težinu povreda, pruže osnovnu prvu pomoć, obave osnovne hirurške intervencije ako je potrebno, te učinkovito upravljaju resursima u uslovima ozbiljne dezintegracije zdravstvenog sistema.
- Razumiju specifične zdravstvene prijetnje: Poplave mogu uzrokovati širok spektar zdravstvenih problema, od kontaminacije vode koja dovodi do epidemija bolesti poput kolere, do respiratornih i kožnih infekcija izazvanih vlagom i kontaminiranim okolišem. Zdravstveni radnici moraju biti obučeni da prepoznaju ove prijetnje i brzo djeluju na prevenciji i liječenju.
- Sprovode preventivne mjere i zaštitu zdravlja: Obuka također uključuje tehnike za prevenciju širenja zaraznih bolesti, uključujući pravilnu higijenu, sanitaciju, upotrebu vakcina i distribuciju čistih izvora pitke vode.
- Pružaju psihološku podršku: Mentalno zdravlje postaje ključno u kriznim situacijama, jer trauma izazvana poplavama može dovesti do stresa, anksioznosti, depresije i posttraumatskog stresnog poremećaja (PTSP). Obuka za kriznu intervenciju u mentalnom zdravlju omogućava zdravstvenim radnicima da pruže emocionalnu podršku preživjelima, prepoznaju simptome stresnih poremećaja i pruže odgovarajuće usmjerenje.

5.2. Simulacije i krizne vježbe

Jedan od najučinkovitijih oblika obuke zdravstvenih radnika za krizne situacije su simulacije i krizne vježbe. Takve vježbe omogućavaju zdravstvenim radnicima da se suoče sa stvarnim izazovima koji proizlaze iz katastrofa, poput poplava, u kontroliranom okruženju. Simulacije često uključuju:

- Simulacije masovnih nesreća: Ove vježbe simuliraju velike nesreće u kojima je potrebno brzo obraditi veliki broj povrijeđenih osoba. Zdravstveni radnici uče kako efikasno organizirati timove, upravljati resursima i donositi brze odluke pod visokim stresom.
- Evakuacija i transport: Obuka koja se fokusira na brzo i sigurno premještanje pacijenata iz ugroženih područja, kao i usklađivanje s drugim službama (civilnom zaštitom, vojnim ekipama) u koordinaciji transporta.
- Kriza i mentalno zdravlje: Krizne vježbe koje simuliraju situacije velikih gubitaka i psiholoških trauma, gdje zdravstveni radnici vježbaju pružanje krizne intervencije i emocionalne podrške za preživjele.
- Testiranje zdravstvenih resursa: Vježbe koje testiraju sposobnost zdravstvenih radnika da se nose s ograničenim resursima, kao što su lijekovi, oprema, prostor, te njihovu sposobnost da osiguraju maksimalnu efikasnost u distribuciji tih resursa. Ove vježbe omogućavaju zdravstvenim radnicima da testiraju svoje vještine, prilagode se stresnim uvjetima i nauče najbolje prakse za koordinaciju i odgovor. Simulacije također pomažu u prepoznavanju mogućih slabosti u operativnim planovima i strategijama, te omogućavaju pravovremeno poboljšanje odgovora na krizne situacije.

5.3. Međunarodni standardi i smjernice za obuku

Brojne međunarodne organizacije, uključujući Svjetsku zdravstvenu organizaciju (WHO) i Međunarodnu federaciju Crvenog križa, razvile su smjernice i standarde za obuku zdravstvenih radnika u kriznim situacijama. Ovi standardi često uključuju specifične smernice za:

- Upravljenje kriznim situacijama: Obuka koja uključuje planiranje i implementaciju kriznih odgovora na poplave, uključujući upravljanje kriznim komunikacijama i koordinaciju između različitih agencija i službi.
- Globalni sistem za praćenje i evaluaciju: Obuka koja se odnosi na implementaciju sistema za praćenje i evaluaciju odgovora na katastrofe, kako bi se analizirali uspjesi i uočili mogući propusti u kriznim intervencijama.
- Obuka u humanitarnim principima i etici: Obuka zdravstvenih radnika u humanitarnim principima, uključujući etičke smjernice za rad u kriznim uvjetima, poštovanje ljudskih prava, ravnopravnost i nesebičnu pomoć

svim ugroženim osobama, bez obzira na njihovu rasu, vjeru, etničku pripadnost ili socio-ekonomski status.

5.4. Istraživanja i evaluacija učinkovitosti obuke

Istraživanja pokazuju da je kontinuirana obuka zdravstvenih radnika za krizne situacije od ključne važnosti za poboljšanje odgovora na katastrofe. Prema studiji objavljenoj u časopisu *Disaster Medicine and Public Health Preparedness* (2015), obuka koja uključuje simulacije i krizne vježbe u stvarnom okruženju rezultira boljom koordinacijom među timovima, bržim i preciznijim donošenjem odluka, te smanjenjem stresa kod zdravstvenih radnika. Također, istraživanja su pokazala da obuka koja obuhvata psihološke aspekte, uključujući mentalno zdravlje i emocionalnu otpornost, povećava kvalitetu pružene pomoći i smanjuje dugoročne negativne efekte na radnu sposobnost zdravstvenih radnika. (Crveni križ Bosne I Hercegovine, 2019).

6. PRIMJERI IZ PRAKSE

Bosna i Hercegovina je, zbog svoje geografske pozicije, specifičnih klimatskih uvjeta i historijskih okolnosti, često izložena prirodnim katastrofama, uključujući poplave, klizišta i druge krizne situacije. Zdravstveni radnici u Bosni i Hercegovini imaju ključnu ulogu u kriznim situacijama, jer osim što pružaju hitnu medicinsku pomoć, aktivno sudjeluju u organizaciji odgovora na katastrofe i obuci lokalnog stanovništva za prevenciju bolesti. U nastavku su predstavljeni neki od primjera iz prakse u Bosni i Hercegovini koji ilustriraju ulogu zdravstvenih radnika u poplavama i drugim kriznim situacijama.

6.1. Poplave u Bosni i Hercegovini 2014. Godine

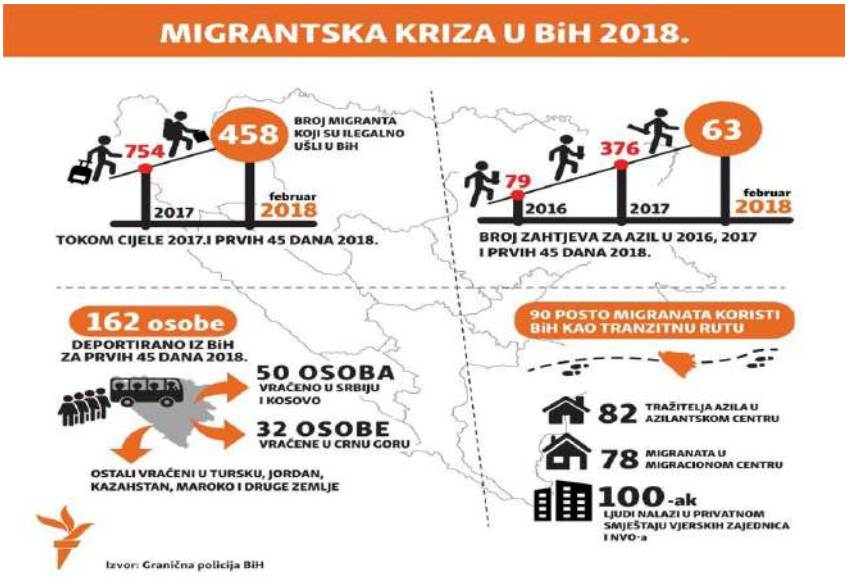
Jedan od najsvježijih i najrazornijih primjera prirodnih katastrofa u Bosni i Hercegovini bile su poplave u maju 2014. godine. Velike poplave koje su zahvatile centralne, istočne i sjeverne dijelove zemlje izazvale su ogromnu materijalnu štetu, uništile kuće, infrastrukturu i uslove života. Zdravstveni radnici su se našli na prvoj liniji pomoći u uvjetima kada su resursi bili ozbiljno ograničeni.

Uloga zdravstvenih radnika u ovom kontekstu bila je višestruka. Prvo, pružili su hitnu medicinsku pomoć onima koji su povrijeđeni ili su doživjeli traumatske situacije tokom poplava. Mnogi ljudi su zadobili povrede zbog padova, utapanja i kontaktiranja sa oštrim predmetima, dok su neke osobe bile izložene

hipotermiji zbog hladne vode. Zdravstveni radnici su, osim toga, brzo prepoznali i zdravstvene prijetnje, kao što su prijetnje zaraznim bolestima koje mogu nastati zbog kontaminacije pitke vode.
Pored toga, veliki broj zdravstvenih radnika bio je angažiran u organizaciji privremenih zdravstvenih centara i bolnica, jer su mnoge postojeće ustanove bile oštećene ili poplavljene. Medicinsko osoblje je također usmjeravalo stanovništvo na preventivne mjere za sprječavanje širenja bolesti, kao što su infekcije izazvane kontaminiranom vodom i nedostatkom osnovne higijene. U tom periodu, bolnice i zdravstveni centri morali su koordinirati s organizacijama poput Crvenog križa, civilne zaštite i UN-a kako bi osigurali distribuciju lijekova i druge medicinske resurse. (Crveni križ Bosne I Hercegovine, Agencija za civilnu zaštitu Bosne I Hercegovine, 2014-2015).

6.2. Zdravstvena pomoć tokom izbjegličke krize (2015-2018)

Bosna i Hercegovina je, također, bila pogođena izbjegličkom krizom, koja je započela 2015. godine kada je veliki broj migranata i izbjeglica krenuo kroz Balkanski pravac prema zemljama zapadne Europe. Iako izbjeglička kriza nije prirodna katastrofa, predstavljala je ozbiljan krizni izazov, s posebnim naglaskom na zdravlje migranata i izbjeglica koji su prelazili granicu.
Uloga zdravstvenih radnika bila je ključna u pružanju hitne medicinske pomoći migrantima koji su prelazili granicu, često u lošem fizičkom stanju zbog iscrpljenosti, bolesti i ozljeda. Zdravstveni radnici su osiguravali osnovnu medicinsku skrb, uključujući liječenje infekcija, liječenje rana, ali i prevenciju širenja zaraznih bolesti poput tuberkuloze i hepatitisa. Zdravstvene organizacije bile su angažirane u organiziranju mobilnih timova koji su pružali medicinsku pomoć na terenu, uz koordinaciju s drugim agencijama i nevladinim organizacijama.
Ova situacija je zahtijevala brzu reakciju i organizaciju izvanrednih zdravstvenih usluga, jer su migranti i izbjeglice u velikom broju slučajeva imali ograničen pristup osnovnim zdravstvenim uslugama zbog svog izbjegličkog statusa. Zdravstveni radnici su također pružali psihološku podršku migranskoj populaciji koja je bila izložena stresu, traumi i emocionalnim teškoćama tokom putovanja. (Rečević, 2019).



Slika 3. Migrantska kriza u BIH 2018
Izvor: https://www.google.com/search?q=migrantska+kriza+bih&sca_esv (Pristupljeno 25.4.2025)

6.3. Zdravstveni odgovor na klizišta i požare u Hercegovini (2019. godina)

U 2019. godini, Hercegovina je bila pogođena velikim klizištima, koja su uzrokovala ozbiljne štete na infrastrukturi, uključujući uništavanje putnih pravaca, strujnih vodova, kao i štete na poljoprivrednim dobrima. Osim klizišta, požari u tom regionu također su predstavljali veliki izazov, jer su ugrozili i zdravlje stanovništva, uzrokujući respiratorne i druge bolesti usljed dima i zagađenog zraka.

Zdravstveni radnici su bili suočeni s nizom izazova, uključujući pružanje pomoći povrijeđenima u klizištima, pomoć osobama koje su zadobile opekotine ili su bile izložene dimu u požarima, te preventivno djelovanje u smanjenju rizika od zaraznih bolesti.

Odgovornost zdravstvenih radnika u ovim situacijama bila je višeslojna. Zdravstveni radnici su morali brzo reagirati u hitnim slučajevima, organizirati privremene zdravstvene centre i omogućiti medicinsku evakuaciju povrijeđenih osoba. Također, trebali su koordinirati s civilnom zaštitom, vatrogascima i drugim službama u organizaciji preventivnih mjera. Zdravstveni radnici su također preuzeli odgovornost za edukaciju lokalnog stanovništva o prevenciji respiratornih bolesti tokom požara i o mjerama zaštite od mogućih zaraznih bolesti nakon klizišta. (Šabić, 2019).

6.4. Pandemija COVID-19 u Bosni i Hercegovini

Iako nije prirodna katastrofa u klasičnom smislu, pandemija COVID-19, koja je započela 2020. godine, predstavlja jedan od najvećih kriznih izazova za zdravstvene radnike u Bosni i Hercegovini. Tijekom pandemije, zdravstveni radnici su se suočili s velikim opterećenjem zbog porasta broja zaraženih i preminulih. U isto vrijeme, zdravstveni radnici su bili na prvoj liniji odgovora, pružajući medicinsku skrb oboljelima od COVID-19, upravljajući ventilatorima, te primjenjujući nove tretmane i protokole.
Uloga zdravstvenih radnika uključivala je, osim liječenja oboljelih, i provođenje preventivnih mjera, kao što su testiranja, vakcinacija i edukacija stanovništva o preventivnim mjerama, poput nošenja maski, socijalne distance i higijene. Također, zdravstveni radnici su bili ključni u organiziranju bolničkih kapaciteta za zbrinjavanje zaraženih osoba, kao i u smanjenju širenja virusa među stanovništvom. (Službene novine BIH, 2020).

7. EVAKUACIJA I TRANSPORT PACIJENATA

Evakuacija i transport pacijenata tokom kriznih situacija predstavljaju ključne aspekte odgovornih i efikasnih zdravstvenih intervencija. Poplave, potresi, požari, pandemije ili druge prirodne i ljudske katastrofe često dovode do ozbiljnih prijetnji za zdravlje i život građana. U takvim okolnostima, sposobnost pravovremenog i organiziranog transporta oboljelih i povrijeđenih osoba iz ugroženih područja u sigurne zdravstvene ustanove može značajno smanjiti broj smrtnih slučajeva i dugoročne posljedice na zdravlje. Stoga, planiranje, koordinacija i provedba evakuacije i transporta pacijenata u kriznim uvjetima zahtijevaju visok nivo profesionalnosti, iskustva i timskog rada.
Prvi korak u procesu evakuacije pacijenata je adekvatno planiranje i priprema. U kriznim situacijama, transport pacijenata mora biti koordiniran i temeljen na jasnim protokolima koji uključuju prioritizaciju pacijenata prema težini njihovih povreda ili zdravstvenih stanja. To podrazumijeva stvaranje tri ključne kategorije pacijenata koji zahtijevaju evakuaciju:

- Kategorija 1: Hitni slučajevi – pacijenti koji su u životnoj opasnosti i kojima je potrebna hitna medicinska intervencija.
- Kategorija 2: Teže povrijeđeni – pacijenti koji zahtijevaju medicinsku pomoć, ali nisu u neposrednoj opasnosti po život.

- Kategorija 3: Manje ugroženi – pacijenti koji su relativno stabilni, ali koji također trebaju evakuaciju zbog prijetnje od daljih posljedica katastrofe.

Efektivno planiranje zahtijeva mobilizaciju svih resursa, uključujući vozila za transport, sanitetske timove, medicinsku opremu, kao i logističke kapacitete za brzu evakuaciju i smještaj pacijenata. U urbanim sredinama, gdje je infrastruktura često oštećena tokom poplava ili drugih nesreća, transport mora biti organiziran i na alternativnim rutama. (Lujanac, Dušak, 2019).

8. ZAKLJUČAK

Uloga zdravstvenih radnika u kriznim i poplavljenim područjima od presudne je važnosti za očuvanje zdravlja i života ljudi u takvim ekstremnim okolnostima. Kroz analizu različitih aspekata zdravstvene zaštite tokom prirodnih katastrofa poput poplava, jasno je da zdravstveni radnici nisu samo pružatelji medicinske pomoći, već i ključni akteri u organizaciji kriznih odgovora, prevenciji bolesti, evakuaciji pacijenata i pružanju psihološke podrške pogođenim zajednicama.
Poplave donose brojne izazove, od ozbiljnih fizičkih povreda, rizika od zaraznih bolesti, do psiholoških trauma koje ostavljaju dugoročne posljedice na pogođene osobe. U tom kontekstu, zdravstveni radnici se suočavaju s ekstremnim uvjetima rada, uključujući nedostatak osnovnih resursa, opasnosti po vlastitu sigurnost, te složenost koordinacije s različitim službama i organizacijama. Uprkos ovim izazovima, pravovremena reakcija, efikasna koordinacija i obuka zdravstvenih radnika za krizne situacije mogu značajno smanjiti negativne zdravstvene posljedice i omogućiti zajednici brži oporavak. Pored toga, organizacija hitne medicinske pomoći, prevencija bolesti, transport pacijenata, kao i pružanje psihološke podrške, predstavljaju ključne komponente zdravstvene zaštite u postpoplavnim uvjetima. Zdravstveni radnici ne samo da pružaju prvu pomoć i liječe povrede, već igraju ključnu ulogu u prevenciji širenja zaraznih bolesti, organiziranju evakuacije, te pomaganju u procesu oporavka kroz emocionalnu i psihološku podršku preživjelima. Obuka i priprema zdravstvenih radnika za različite krizne situacije omogućuju brzu adaptaciju na promjenjive uvjete i osiguranje kvalitetne skrbi pod ekstremnim uvjetima.Zaključno, zdravlje ljudi u kriznim i poplavljenim područjima direktno zavisi od efikasnosti i profesionalizma zdravstvenih radnika. Njihova sposobnost da odgovore na hitne potrebe zajednice, kao i njihova uloga u obuci i pripremi za buduće krizne situacije, ključni su faktori za smanjenje mortaliteta i dugoročne zdravstvene posljedice.

Kako bi se odgovorilo na izazove kriznih situacija, potrebno je stalno ulaganje u obuku, resurse i infrastrukturnu pripremu, čime se osigurava da zdravstveni radnici u svakoj situaciji mogu pružiti najkvalitetniju moguću pomoć.

LITERATURA

1. Matić, S., & Kolić, I. (2017). *Zdravstvena zaštita u vanrednim situacijama: teorija i praksa.* Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu.
2. Mujezinović, J., & Velić, A. (2015). *Uloga zdravstvenih radnika u kriznim situacijama.* Zenica: Univerzitet u Zenici.
3. Vuković, D., & Petrović, M. (2014*). Zdravstveni izazovi i odgovornost zdravstvenih radnika tokom poplava. Journal of Emergency Medicine,* 12(3), 125-134.
4. Savić, M., & Jovanović, B. (2013). *Uloga zdravstvenih radnika u vanrednim situacijama: Studija slučaja poplave 2014. godine u Bosni i Hercegovini. Health Crisis Management Review,* 5(2), 89-102.
5. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO). (2019). *Health emergency response to natural disasters: A guide for health professionals. Geneva:* World Health Organization.
6. Crveni križ Bosne i Hercegovine. (2015). *Izvještaj o reakcijama na poplave u Bosni i Hercegovini 2014. godine.* Sarajevo: Crveni križ.
7. Ministarstvo zdravstva Federacije Bosne i Hercegovine. (2014). *Postpoplavna zdravstvena zaštita u Bosni i Hercegovini.* Preuzeto s*: https://www.fmoh.gov.ba(Pristupljeno 25.4.2025)*
8. UNICEF. (2015). *Psychosocial support for children in disaster situations.* Preuzeto s*: https://www.unicef.org(Pristupljeno 25.4.2025)*
9. Svjetska banka. (2016). *Disaster Risk Management and Health: A framework for a coordinated approach.* Preuzeto s*: https://www.worldbank.org(Pristupljeno 25.4.2025)*
10. Agencija za civilnu zaštitu Bosne i Hercegovine. (2014). *Analiza odgovora na poplave 2014. godine. Sarajevo:* Agencija za civilnu zaštitu.
11. Zakon o zaštiti i spašavanju ljudi i imovine od prirodnih i drugih nesreća. (2010). Službeni glasnik BiH.
12. Dijana Lujanac i Martina Dušak – Evakuacija I transport pacijenata u kriznim situacijama (2019).

INTEGRACIJA TEHNOLOGIJE I ODRŽIVOSTI U RAZVOJU GRADOVA

INTEGRATION OF TECHNOLOGY AND SUSTAINABILITY IN URBAN DEVELOPMENT

Stručni rad / Professional paper

Pred. VŠ Samir Ščetić, profesor*
Hamza Malagić, student*

Sažetak

Savremeni izazovi urbanizacije zahtijevaju nove pristupe razvoju gradova, zasnovane na integraciji pametnih tehnologija i principa održivosti. Pametni i održivi gradovi predstavljaju koncepte koji nastoje unaprijediti kvalitet života građana kroz efikasnije upravljanje resursima, smanjenje negativnog utjecaja na okoliš i poticanje društvene inkluzije. U ovom radu analiziraju se temeljni pojmovi, ključne oblasti razvoja te izazovi implementacije pametnih i održivih rješenja u urbanim sredinama. Poseban naglasak stavljen je na ulogu tehnologije, participaciju građana i važnost institucionalne podrške. Cilj rada je ukazati na potrebu za integrisanim i odgovornim pristupom urbanom razvoju, koji će omogućiti gradovima da postanu otporniji, inovativniji i pravedniji za sve svoje stanovnike. Zaključuje se da je budućnost gradova u sinergiji digitalne transformacije i održivih strategija, uz aktivno uključivanje svih društvenih aktera.

Ključne riječi: pametni gradovi, održivi razvoj, tehnologija, urbana mobilnost, participacija građana

Abstract

Modern urbanization challenges require new approaches to city development, based on the integration of smart technologies and sustainability principles. Smart and sustainable cities are concepts aimed at improving citizens' quality of life through more efficient resource management, reducing negative environmental impacts, and promoting social inclusion. This paper analyzes fundamental concepts, key development areas, and challenges in implementing

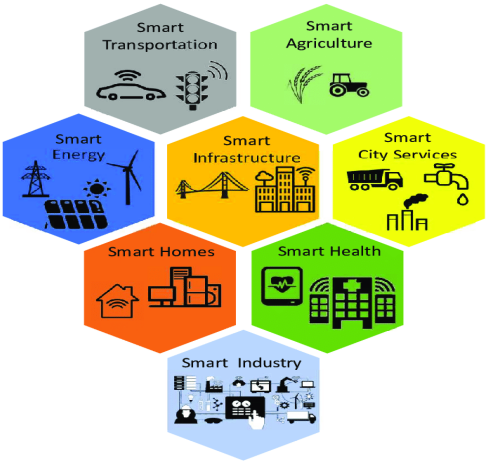
*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: samir.scetic@ceps.edu.ba
*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak

smart and sustainable solutions in urban environments. Special emphasis is placed on the role of technology, citizen participation, and the importance of institutional support. The aim of the paper is to highlight the need for an integrated and responsible approach to urban development that will enable cities to become more resilient, innovative, and equitable for all their inhabitants. It concludes that the future of cities lies in the synergy between digital transformation and sustainable strategies, with the active involvement of all social actors

Keywords: smart cities, sustainable development, technology, urban mobility, citizen participation

1.UVOD

U savremenom svijetu, ubrzani procesi urbanizacije postavljaju pred gradove sve složenije izazove: od rasta stanovništva, saobračajnih gužvi do zagađenja i energetske neefikasnosti. U potrazi za rješenjem koncept pametnog i održivog grada sve više dolazi u prvi plan. U savremenom dobu, procesi ubrzane urbanizacije, klimatske promjene i sve veći pritisak na prirodne resurse postavljaju pred gradove kompleksne izazove. Tradicionalni modeli urbanog razvoja više nisu održivi, što zahtijeva nove pristupe zasnovane na inovacijama, tehnologiji i principima održivosti. Koncept pametnih i održivih gradova postaje centralna paradigma za budućnost urbanih sredina, usmjerena na stvaranje otpornijih, efikasnijih i inkluzivnijih zajednica. Pametni gradovi koriste napredne informacione i komunikacione tehnologije za optimizaciju infrastrukture, unapređenje javnih usluga i aktivno uključivanje građana u proces donošenja odluka. S druge strane, održivi gradovi teže ravnoteži između ekonomskog rasta, društvene pravde i zaštite okoliša. Kombinovanjem ova dva koncepta, moguće je oblikovati gradove koji ne samo da odgovaraju na trenutne izazove, već i stvaraju temelje za dugoročni prosperitet i kvalitetan urbani život. U radu se analizira međusobna povezanost tehnologije i održivosti, kao i ključni faktori za uspješnu implementaciju koncepta pametnih i održivih gradova. Pametni gradovi se često definišu kao „inovativne urbane sredine koje koriste informacione i komunikacione tehnologije kako bi poboljšale kvalitet života, efikasnost usluga i konkurentnost, a istovremeno osigurale održivost“ (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2011).



Slika 1. Ključne komponente pametnog grada
Izvor: ResearchGate, dostupno na: https://www.researchgate.net/figure/Smart-City-Components_fig1_350521732

2. KONCEPT I RAZVOJ

Koncept pametnih i održivih gradova nastao je kao odgovor na izazove moderne urbanizacije, klimatskih promjena i sve većih zahtjeva za kvalitetnijim životnim uslovima. Pametni gradovi koriste napredne informacione i komunikacione tehnologije (ICT) za unapređenje infrastrukture, optimizaciju javnih usluga i bolje uključivanje građana u procese odlučivanja. Tehnološke inovacije, poput Interneta stvari (IoT), analitike velikih podataka (Big Data) i vještačke inteligencije (AI), omogućavaju stvaranje urbanih sredina koje su prilagodljive, efikasne i orijentisane prema korisnicima. Sa druge strane, održivi gradovi naglašavaju balans između ekonomskog razvoja, društvene kohezije(društveni izazov koji zahtijeva strateški pristup i angažovanje brojnih aktera) i zaštite okoliša. Ključni principi održivosti uključuju racionalnu upotrebu prirodnih resursa, smanjenje emisije štetnih gasova, promicanje cirkularne ekonomije i očuvanje biodiverziteta(raznovrsnost gena, vrsta i ekosistema na planeti). U tom kontekstu, održivost ne podrazumijeva samo ekološke aspekte, već i socijalnu pravednost, pristupačnost i ekonomsku inkluzivnost. Integracijom pametnih tehnologija i principa održivosti, gradovi nastoje postati otporniji na vanjske šokove, konkurentniji na globalnom tržištu i ugodniji za život. Ova sinergija omogućava efikasnije korištenje resursa, bolje planiranje urbanih prostora i povećanu otpornost zajednica, čime se postavlja temelj za dugoročno održiv urbani razvoj.



Slika 2. Cilj održivog razvoja 11 – Održivi gradovi i zajednice.
Izvor: Wikimedia Commons, dostupno na:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sustainable_Development_Goal_11Sustainable Cities.svg

2.1. Definicija pametnog grada

Pametni grad (smart city) označava urbanu sredinu koja koristi napredne tehnologije kako bi se unaprijedilo efikasnost usluga, optimizovalo korištenje resursa i omogućilo kvalitetniji život građanima. Ključni elementi pametnog grada uključuju digitalnu infrastrukturu, IoT sisteme za prikupljanje i analizu podataka, automatizaciju usluga, kao i upotrebu vještačke inteligencije u donošenju odluka. Prema definiciji Evropske komisije, pametan grad je „mjesto gdje tradicionalne mreže i usluge postaju efikasnije uz pomoć digitalnih rješenja za dobrobit svojih građana i zaštitu okoliša“.

2.2. Definicija održivog grada

Održivi grad (sustainable city) je urbanizirano područje koje je projektovano tako da zadovolji potrebe sadašnjih generacija bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe. To podrazumijeva smanjenje ekološkog otiska, očuvanje prirodnih resursa, promosivanje društvene inkluzije(smanjivanje svake vrste isključivanja ili diskriminacije) i izgrdnju otpornih zajednica.

2.3. Veze i razlike između pametnog i održivog grada

Iako i pametni i održivi gradovi djele zajedničke ciljeve, njihov pristup i prioriteti se mogu razlikovati. Pametni gradovi se prvenstveno fokusiraju na

tehnološke inovacije, kako bi poboljšali funkcialnost i efikasnost urbanih sistema, dok održivi gradovi stavljaju veći naglasak na dugoročno očuvanje prirodnih resursa, društvenu koheziju i ekološku odgovornost. Međutim, istinska promjena grada zahtijeva integraciju oba koncepta. Uspješan grad budućnosti bit će onaj koji na inovativan način kombinuje digitalne alate i održive politike kako bi stvorio sigurne, inkluzivne i ekološki odgovorne zajednice.

3. KLJUČNE OBLASTI RAZVOJA PAMETNOG I ODRŽIVOG GRADA

3.1. Pametna infrastruktura i upravljanje resursima

Razvoj pametne infrastructure predstavlja osnovu za implementaciju koncepta pametnog grada. Primjena internet stvari(IoT), senzorskih mreža i analitike podataka omogućava efikasno upravljanje gradskom infrastrukturom- od saobraćaja, javne rasvjete, do sistema za vodosnadbijevanje i otpadne vode. Pametni sistemi omogućavaju smanjenje troškova održavanja, optimizaciju potrošnje energije, rano otkrivanje kvarova i povećanje usluge za građane.

3.2. Energetska efikasnost i obnovljivi izvori energije

Održivost gradova u velikoj mjeri zavisi od načina proizvodnje i potrošnje energije. Pametni gradovi implementiraju pametne mreže (smart grids), omogučujući balansiranje proizvodnje i potrošnje energije u realnom vremenu. Povećana upotreba obnovljivih izvora energije, kao što su solarne ploče ili vjetrenjače, dovest će do smanjenja emisija gasova staklene baste i povečanja energetske izdrživosti nekog grada.

3.3. Održiva urbana mobilnost

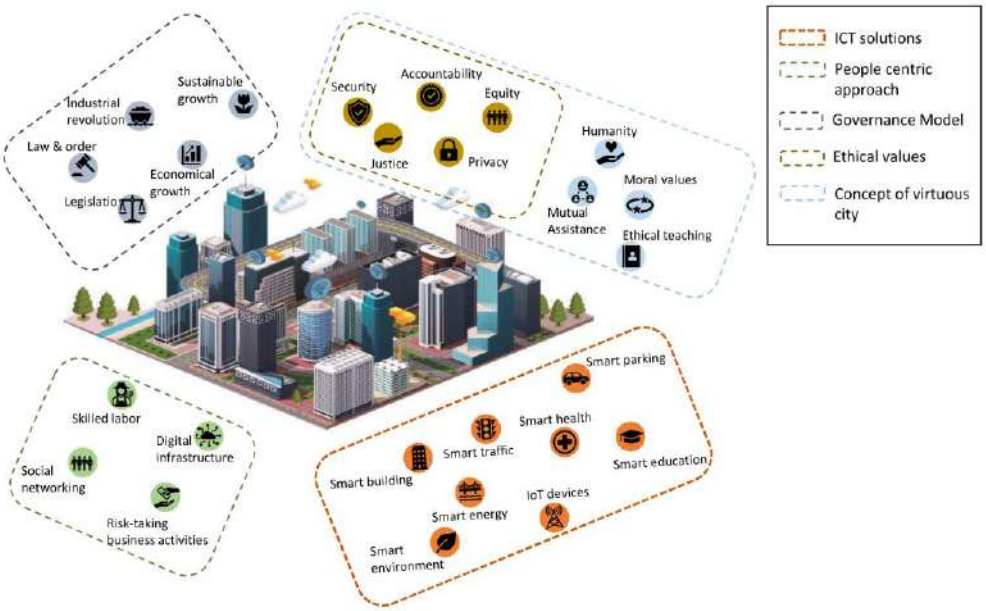
Promjene u načinu kretanja stanovništva su ključne za smanjenje zagađenja i poboljšanje kvalitete života u gradovima. Pametni gradovi razvijaju integrirane sisteme javnog prevoza, biciklističke staze, usluge dijeljenja vozila (car-sharing) i potiču upotrebu električnih vozila. Korištenjem tehnologije za upravljanje saobraćajem u realnom vremenu moguće je smanjiti gužve, povećati sigurnost i smanjiti emisije.

3.4. Upravljanje otpadom i očuvanje resursa

Efikasno upravljanje otpadom čini temelj jednog održivog grada. Pametni sistemi za prikupljanje i razlaganje otpada, kao što su pametne kante sa senzorima napunjenosti ili automatski sistemi za razlaganje otpada omogućavaju optimizaciju procesa i smanjenje negativnog utjecaja na okoliš.

3.5. Digitalna demokratija i participacija građana

Uspješan razvoj pametnog i održivog grada nije moguć bez participacije građana. Kroz korištenje aplikacija za prijavljivanje problema, glasanja o prioritetima zajednice, i otvorene baze podataka, gradovi mogu postati osjetljiviji na potrebe svojih stanovnika. Uspješnost pametnih gradova zavisi od aktivnog uključivanja građana u procese odlučivanja, jer „pametan grad nije samo tehnološki napredan, već i grad koji uključuje svoje građane u donošenje odluka i oblikovanje zajedničkog života“ (Nam & Pardo, 2011).



Slika 3. Primjeri pametnih rješenja u urbanim sredinama.
Izvor: MDPI, dostupno na: https://www.mdpi.com/2079-8954/10/3/77

4. IZAZOVI U RAZVOJU PAMETNIH I ODRŽIVIH GRADOVA

4.1. Tehnološki izazovi i sigurnost podataka

Dok tehnologija omogučava napredak, ona istovremeno otvara nova pitanja vezana za sigurnost, privatnost i upravljanje podatcima. Ogromne količine informacija koje se prikupljaju putem senzora i pametnih uređaja moraju biti adekvatno zaštićene, kako bi se spriječila zloupotreba istih, te mogući cyber napadi. Gradovi moraju investirati u sigurnosne protokole, enkripciju i strategije za upravljanje u kriznim situacijama u digitalnom prostoru.
Kako se gradovi sve više digitalizuju, pitanje zaštite podataka postaje ključno, jer „potreba za zaštitom podataka građana postaje prioritet svih razvojnih strategija“ (European Commission, 2020).

4.2. Digitalna isključenost i društvena nejednakost

Implementacija pametnih tehnologija može dodatno produbiti postojeće društvene nejednakosti ukoliko se ne vodi računa o digitalnoj inkluziji. Stanovnici sa slabijim pristupom internetu, nižim digitalnim kompetencijama ili iz socijalno ranjivih grupa mogu ostati marginalizirani u procesima odlučivanja i korištenju javnih usluga. Zato je važno osigurati ravnopravan pristup tehnologijama i obrazovanju za sve slojeve društva.

4.3. Financijska održivost i investicije

Razvoj pametnih i održivih gradova zahtijeva značajna početna ulaganja, što može predstavljati prepreku posebno za srednje i manje razvijene gradove. Osiguravanje financijske održivosti kroz javno-privatna partnerstva, evropske fondove i inovativne modele financiranja ključno je za dugoročni uspjeh ovih inicijativa.

4.4. Otpornost na klimatske promjene

Iako su pametne tehnologije moćno sredstvo za unapređenje održivosti, gradovi moraju aktivno raditi na povećanju otpornosti na klimatske šokove poput poplava, suša i ekstremnih vremenskih uslova. Održivo urbano planiranje, zelena infrastruktura i sistemi ranog upozoravanja moraju biti sastavni dio strategija razvoja pametnih gradova.

5. ZAKLJUČAK

Pametni i održivi gradovi predstavljaju viziju urbanih sredina budućnosti, gdje se tehnološke inovacije koriste za unapređenje kvaliteta života, očuvanje prirodnih resursa i jačanje društvene kohezije. Integracija digitalnih tehnologija sa principima održivog razvoja omogućava stvaranje gradova koji su efikasniji, otporniji i inkluzivniji. Ipak, realizacija ove vizije suočava se s brojnim izazovima, uključujući pitanja sigurnosti podataka, digitalne nejednakosti, institucionalne neusklađenosti i financijske održivosti. Kako bi se ti izazovi uspješno prevazišli, potrebno je razviti holistički pristup koji kombinuje inovativne tehnologije, odgovorne politike i aktivno uključivanje građana. Gradovi budućnosti ne smiju biti samo tehnološki napredni, već i društveno pravedni i ekološki odgovorni. Ključ za uspjeh leži u partnerskom djelovanju javnog sektora, privatnih kompanija, akademske zajednice i civilnog društva, kao i u kontinuiranom učenju i prilagođavanju dinamičnim izazovima savremenog doba.

Održivost urbanih sredina ostaje ključna komponenta globalnih razvojnih ciljeva, budući da „održivi gradovi pružaju osnovu za inkluzivan, siguran i otporan život za sve“ (United Nations, 2015). Razvoj pametnih i održivih gradova nije samo tehnički zadatak, već i duboka transformacija načina na koji razumijemo, gradimo i živimo urbane prostore.

LITERATURA

1. Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology, 18*(2), 65–82. https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117
2. European Commission. (2020). *100 Intelligent Cities Challenge.* Publications Office of the European Union. https://ec.europa.eu
3. Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., & Meijers, E. (2007). *Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities.* Vienna University of Technology. https://www.smart-cities.eu
4. Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference* (pp. 282–291). ACM. https://doi.org/10.1145/2037556.2037602
5. United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development.* https://sdgs.un.org/2030agenda

6. ICLEI – Local Governments for Sustainability. (2020). *Resilient Cities Report.* ICLEI. https://iclei.org

TRANSFORMACIJA POUČAVANJA U VISOKOM OBRAZOVANJU KROZ INOVATIVNE METODE I DIGITALNE ALATE

TRANSFORMATION OF TEACHING IN HIGHER EDUCATION THROUGH INNOVATIVE METHODS AND DIGITAL TOOLS

Stručni rad / Professional paper

Pred. VŠ Ana Barbić*
Ira-Antonia Vujević , studentica*
mag.oec. Goran Luburić, dekan*

Sažetak

Rad istražuje transformaciju poučavanja u visokom obrazovanju kroz primjenu inovativnih metoda i digitalnih alata. Kroz teorijske okvire konstrukcionizma i sociokulturne teorije, analizira se uloga tehnologije u obrazovanju, s posebnim fokusom na e-učenje, interaktivne platforme te primjenu virtualne i proširene stvarnosti. Posebna pažnja posvećena je metodama aktivnog učenja, kao što su projektno učenje, učenje kroz rješavanje problema i učenje kroz igru. Naglašava se promijenjena uloga nastavnika kao mentora i podržavatelja procesa učenja, dok se studenti sve više pozicioniraju kao aktivni sudionici kroz samostalno i suradničko učenje. Rad također razmatra načine evaluacije i davanja povratnih informacija, kao i izazove poput otpora promjenama i tehnološke nejednakosti. Kroz primjere dobre prakse i studije slučaja, prikazane su uspješne implementacije inovativnih pristupa. U zaključku se ističu trendovi budućeg razvoja, uključujući rastući utjecaj umjetne inteligencije u obrazovanju.

Ključne riječi*: visoko obrazovanje, inovativne metode, digitalni alati, aktivno učenje, uloga nastavnika, studenti, tehnologija u obrazovanju*

Abstract

This paper explores the transformation of teaching in higher education through the application of innovative methods and digital tools. Based on the theoretical

*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: ana.barbic@gmail.com
*Visoka škola "CEPS- Centar za poslovne studije" Kiseljak, e-mail: ira.antoniaa@gmail.com
* Poslovno Veleučilište Zagreb, email: dekan@pvzg.hr; goran.luburic@pvzg.hr

frameworks of constructionism and sociocultural theory, it analyzes the role of technology in education, with particular focus on e-learning, interactive platforms, and the use of virtual and augmented reality. Special attention is given to active learning methods such as project-based learning, problem-based learning, and game-based learning. The evolving role of teachers as mentors and facilitators is emphasized, while students are increasingly positioned as active participants through self-directed and collaborative learning. The paper also examines evaluation methods and feedback mechanisms, as well as challenges such as resistance to change and technological inequality. Through case studies and examples of good practice, successful implementations of innovative approaches are presented. The conclusion highlights future trends, including the growing impact of artificial intelligence in education.

***Keywords**: higher education, innovative methods, digital tools, active learning, teacher's role, students, educational technology*

1. UVOD

U suvremenom okruženju visokog obrazovanja, inovativni pristupi učenju postali su ključni za prilagodbu potrebama učenika i globalnog gospodarstva. Institucije se suočavaju s raznolikim studentima, tehnološkim napretkom i potrebom za vještinama izvan tradicionalnih granica, stoga je nužno usvajanje inovativnih pedagoških strategija. Ono poboljšava angažman studenata i razvija kritičko razmišljanje, kreativnost i suradničke vještine.

Tradicionalne metode poučavanja, koje se oslanjaju na jednostrani prijenos znanja, postaju nedovoljne. Učenje usredotočeno na studente zahtijeva prilagodbu obrazovanja kontekstu. Potrebna je analiza postojećih metodologija i razvoj novih tehnologija za interaktivna iskustva. Na primjer, kombinirano učenje i preokrenute učionice nude personaliziranije pristupe, koristeći digitalne alate za pristup raznolikim resursima i omogućujući studentima veću odgovornost za vlastito učenje. (Milošević, 2024)(Puk Tomić, 2024)(Herceg, 2024)

Uključivanje interdisciplinarnog učenja odgovor je na složenost globalnih izazova. Suradnjom među različitim poljima, institucije nude studentima holistički pogled na znanje, pripremajući ih za višeznačne probleme. Ključno je analizirati učinkovitost ovih inovacija, pedagoške teorije koje ih podržavaju i potencijalna ograničenja kako bi se poboljšale obrazovne prakse i inspirirao transformativni pristup visokom obrazovanju.

2. TEORIJSKI OKVIRI INOVATIVNOG POUČAVANJA

U istraživanju inovativnih pristupa u visokom obrazovanju, ključno je osloniti se na teorijske okvire za poboljšanje učenja. Konstruktivizam i sociokulturna teorija su ključne. Konstruktivizam naglašava aktivnu ulogu učenika u konstruiranju znanja kroz angažman i interakciju. Ova teorija prepoznaje individualnost u učenju, promovirajući obrazovne okruženja koja integriraju kritičko razmišljanje i suradničke aktivnosti, dok educatori koriste istraživačko učenje za zadržavanje znanja. (Marić, 2023)(Tatjana, 2024)
Sociokulturna teorija, temeljena na radovima Vygotskog, ističe važnost društvenog konteksta i kulture u učenju. Ona naglašava da je učenje društveni poduhvat koji se odvija kroz interakcije s iskusnijim vršnjacima i edukatorima te kulturnim narativima koji oblikuju znanje. U visokom obrazovanju, ova teorija potiče edukatore da razvijaju prilagođena iskustva učenja za raznolike pozadine studenata, promičući suradničke okruženja koja cijene vršnjačke interakcije. Aktivnosti kao što su grupne rasprave i suradnički projekti poboljšavaju razumijevanje i razvijaju osjećaj zajedništva među učenicima. Integriranjem ovih okvira moguće je razviti inovativne i kulturno usklađene nastavne prakse koje zadovoljavaju raznolike potrebe učenika.

2.1. Konstrukcionizam

Konstrukcionizam, kao teorijski okvir za inovativno poučavanje u visokom obrazovanju, naglašava aktivnu ulogu učenika u procesu učenja, resistenteći tradicionalnim modelima koji se oslanjaju na pasivno primanje informacija. Temeljna ideja konstrukcionizma jeste da pojedinci kognitivno konstruiraju svoja znanja kroz iskustvo i interakciju sa okruženjem. Ovaj pristup se temelji na radu poznatih teoretičara poput Piageta i Vygotskyja, koji su isticali značaj socijalne interakcije i konteksta u učenju. Konstrukcionizam se kontrastira s behaviorizmom i tradicionalnim obrazovnim metodama, koji često zanemaruju individualne procese razumevanja i konstruiranja znanja.
U kontekstu visoko obrazovanje, konstrukcionističke strategije mogu uključivati projektno i problem-based learning, gde studenti aktivno učestvuju u istraživačkim inicijativama koje ih potiču na kritičko mišljenje i kreativno rešavanje problema. Ove metode dopuštaju studentima da primene teorijska znanja na stvarne situacije, čime se povećava relevantnost i dubina učenja. Također, digitalni alati i tehnologije omogućavaju fleksibilnije forme

kolaborativnog učenja, gde su studenti povezani i mogu razmenjivati ideje u globalnom okviru, što dodatno obogaćuje proces konstruiranja znanja.

2.2. Sociokulturna teorija

Sociokulturna teorija, posebno u domeni obrazovanja, naglašava interakciju između individualnog učenja i šireg društvenog i kulturnog konteksta. Ova teorija se temelji na radovima Lev Vygotskog, koji je istakao značaj socijalne interakcije u razvoju kognitivnih sposobnosti. Prema Vygotskom, ljudsko učenje nije izolovani proces, već se odvija u okviru kolektiva kroz dijalog i zajedničke aktivnosti. Ovakav pristup može značajno uticati na visok obrazovni sistem, jer sugerira da učenje nije samo individualna odgovornost, već i produkt kulturnih normi, vrednosti i interakcija unutar različitih zajednica.

Upravo zbog toga, sociokulturna teorija pruža bogat okvir za inovativne pristupe poučavanju. Primena ovih principa u visokim školama može se manifestovati kroz metode koje podstiču saradničko učenje, koristeći grupne projekte i diskusije kao ključne alate. Takve strategije ne samo da omogućavaju studentima da razvijaju kritičko razmišljanje i kreativnost, već i jačaju njihovu sposobnost da razumeju i interpretiraju kompleksne društvene i kulturne kontekste. Pored toga, promišljanje o načinu na koji se različite perspektive i pozadine studenata susreću, može imati dubok uticaj na programiranje nastavnih kurikuluma, osiguravajući da se obrazovni sadržaji i metode rada prilagode raznolikim potrebama i interesima studenata. (Čović, 2024)

Osnaživanje teorijske perspektive može doprineti razvoju inkluzivnijih obrazovnih praksi. Učeći kroz prizmu sociokulture, nastavnici identifikuju barijere koje određene grupe studenata doživljavaju i razvijaju strategije za njihov prevazilaženje. Kontinuiranom refleksijom, institucije mogu stvoriti okruženja koja osnažuju individualne potencijale i promovišu vrednosti kao što su empatija, poštovanje i kritičko angažovanje. Sociokulturna teorija postaje praktični vodič za transformaciju visokog obrazovanja u doba brzih društvenih promena.

3. TEHNOLOŠKI ALATI U OBRAZOVANJU

Tehnološki alati u obrazovanju igraju ključnu ulogu u savremenim obrazovnim praksama, menjajući načine učenja i podučavanja. E-učenje, centralni deo ovog fenomena, omogućuje pristup obrazovnim sadržajima putem interneta iz različitih lokacija. Ova vrsta učenja obuhvata online tečajeve, webinare i materijale za samostalno učenje, pružajući studentima fleksibilnost i personalizaciju. Prednost e-učenja je prilagodba različitim stilovima učenja,

omogućujući studentima da napreduju vlastitim tempom i fokusiraju se na značajna područja. Analitički podaci prikupljeni putem e-učenja pomažu nastavnicima da unaprede proces podučavanja.
Interaktivne platforme, još jedan ključni aspekt tehnoloških alata, omogućuju dinamičnu suradnju između učenika i učitelja. Ove platforme često olakšavaju razmjenu ideja, rad na zajedničkim projektima, te potiču aktivno sudjelovanje kroz razne alate, uključujući forume, chat sobe i virtualne učionice. Upotreba interakcije ne samo što poboljšava angažman učenika, nego također potiče razvoj kritičkog mišljenja i timskih vještina, koje su nužne u suvremenom radnom okruženju. Interaktivne platforme stoga ne služe samo kao posrednici informacija, već i kao katalizatori za dublje razumijevanje i praktično usvajanje znanja.
Uvođenje virtualne i proširene stvarnosti (VR i AR) u obrazovanje predstavlja značajan tehnološki napredak. Ova inovacija omogućuje studentima uranjanje u simulirane okoline koje nadilaze fizička ograničenja. Na primjer, studenti prava mogu koristiti VR za simulaciju suđenja, dok učenici biologije istražuju ljudsko tijelo ili ekosustave. Transformacija učenja kroz praktična iskustva potiče kreativno razmišljanje i povećava zadržavanje informacija. Tehnološki alati obogaćuju obrazovne sadržaje i redefiniraju granice visoko obrazovanje. (Kurevija, 2023)(Leoni, 2025)

3.1. E-učenje

E-učenje, kao oblik obrazovnog pristupa, omogućava upotrebu digitalnih tehnologija kako bi se proces učenja učinio fleksibilnijim i pristupačnijim. Ovaj fenomen se ne može sagledati samo kao tradicionalna metoda podučavanja putem interneta, već predstavlja kompleksan sustav koji uključuje različite načine interakcije između studenata i nastavnika, kao i između samih studenata. U osnovi, e-učenje obuhvata širok spektar obrazovnih aktivnosti, od online tečajeva do virtualnih učionica, simulacija i interaktivnog sadržaja, što sve zajedno omogućava individualizaciju procesa učenja.
Interfaci za učenje na daljinu često koriste multimedijalne resurse, kao što su video predavanja, forumi, kvizovi i chat sobe, kako bi potaknuli aktivno uključivanje studenata. Osim što donosi fleksibilnost u rasporedu i mjestu učenja, e-učenje omogućava pristup širokoj paleti obrazovnih materijala koje studenti mogu pretraživati u vlastitom tempu. Ovaj pristup također omogućava mobilnost: sav sadržaj može biti dostupan putem različitih uređaja, od računala do pametnih telefona, čime se smanjuju barijere pristupa obrazovanju.

3.2. Interaktivne platforme

Interaktivne platforme predstavljaju ključnu dimenziju modernog pristupa učenju u visokom obrazovanju, omogućavajući dublju angažovanost studenata i potpunije usvajanje znanja. Na osnovu tehnologije koja spaja višekanalne komunikacijske kanale s obrazovnim sadržajem, ove platforme ne samo da pružaju tradicionalne materijale za učenje, već i mogućnost interakcije između studenata, predavača i obrazovnih resursa. Integracija različitih medijskih formata, poput video zapisa, simulacija i foruma, omogućava studentima da se aktivno uključe u proces učenja, čime se podstiče kritičko razmišljanje i kreativnost.

Interaktivne platforme, poput MOOCs i LMS, koriste sofisticirane algoritme za analizu angažovanosti studenata, pružajući predavačima uvide u obrazovne navike i nivoe razumevanja. Ova personalizacija omogućava kreiranje sadržaja prilagođenog potrebama studenata, što povećava motivaciju i efikasnost u sticanju znanja. Takođe, koriste se elementi gamifikacije, kao što su bodovi i liderbordi, kako bi se poboljšalo iskustvo i posvećenost učenika. (Mojsilović, 2025)

Osim koristi u poređenju sa tradicionalnim metodama podučavanja, interaktivne platforme suočavaju se s izazovima, kao što su potreba za infrastrukturom, digitalnim veštinama i pristupom tehnologiji. Način na koji se rešavaju ovi izazovi može značajno uticati na inkluzivnost obrazovnog procesa. S obzirom na raznolike profile studenata, od onih sa tehničkim sklonostima do onih sa relaksiranijim pristupom tehnologiji, od esencijalnog je značaja razviti strategije koje omogućavaju svima jednaku mogućnost učestvovanja u modernim obrascima učenja. U tom kontekstu, interaktivne platforme ne samo da olakšavaju sticanje znanja, već i oblikuju obrazovni ekosistem koji je prilagodljiv i dinamičan, osiguravajući da visoko obrazovanje ostane relevantno u brzo promenljivom svetu.

3.3. Virtualna i proširena stvarnost

Virtualna i proširena stvarnost (VR i AR) transformiraju visoko obrazovanje putem interaktivnog učenja. VR omogućava studentima potpunu uronjenost u scenarije koji imitiraju stvarne situacije, kao što su medicinske procedure, gde studenti vežbaju u sigurnom okruženju. Proširena stvarnost dodaje digitalne informacije fizičkom svetu, omogućavajući dublje razumevanje kroz

vizualizaciju. Ove tehnologije integrišu različite pristupe poučavanju i poboljšavaju angažman studenata.

Jedna od prednosti VR i AR tehnologija u visokom obrazovanju je unapređenje vizualizacije kompleksnih koncepata. Na primer, studenti inženjerstva koriste AR aplikacije za prikaz strukturnih elemenata u stvarnom prostoru, što olakšava razumevanje njihove funkcionalnosti. Ovo omogućava aktivno istraživanje i poboljšava zadržavanje informacija, dok interakcija pruža alate za kritičko razmišljanje i rešavanje problema.

Međutim, implementacija VR i AR tehnologija u obrazovanje dolazi s izazovima koji uključuju visoke troškove opreme, potrebu za specijalizovanim znanjem i razvijenim sadržajem. Unatoč tome, visoko obrazovanje sve više prepoznaje potencijal ovih alata za prilagođavanje obrazovnog procesa potrebama različitih učenika, omogućavajući svima jednaku mogućnost korišćenja inovativnih pristupa. Ove tehnologije ne samo da obogaćuju kurikulume, već predstavljaju i temelj za razvoj novih metodologija učenja koje promovišu aktivno uključivanje studenata, kao i saradnju u dinamičnom i sveobuhvatnom okruženju. U konačnici, VR i AR ne samo da redefinišu klasične pristupe učenju, već stvaraju nove dimenzije i mogućnosti za kreativno i kritičko razmišljanje unutar akademskog okvira.

4. METODE AKTIVNOG UČENJA

Aktivne metode učenja postavljaju temelj za angažovanije obrazovno iskustvo, omogućavajući studentima da postanu proaktivni učesnici u vlastitom procesu učenja. Ove metode, koje uključuju projektno učenje, problem-based learning (PBL) i učenje kroz igru, naglašavaju važnost interakcije, kolaboracije i primene znanja u stvarnim situacijama. U suprotnosti s tradicionalnim pristupima, koji su često usmereni na pasivnu posmatračku ulogu studenata, aktivne metode potiču istraživanje, kritičko razmišljanje i kreativnost.

Projektno učenje predstavlja primjer aktivnog učenja koji integrira teorijska znanja sa praktičnim zadacima. Tokom ovih projekata, studenti rade na realnim ili simuliranim problemima, razvijajući tako svoje organizacione vještine i sposobnost timskog rada. Ovaj pristup ne samo da poboljšava razumevanje kompleksnih koncepata, već takođe osnažuje kognitivne veštine tako što podstiče istraživačko delovanje i analizu dostignutih rezultata. U tom procesu, studenti se suočavaju sa izazovima koji zahtevaju primenu znanja iz različitih disciplina, čime se povećava njihova sposobnost povezivanja i kritičkog razmišljanja.

Problem-based learning se oslanja na aktivno učenje, fokusirajući se na rešavanje otvorenih problema bez unapred definisanih rešenja. Studentima se dodeljuje odgovornost za pronalaženje informacija i formulaciju rešenja, što podstiče samopouzdanje i liderske veštine. Učenje kroz igru koristi gamifikaciju da motiviše studente kroz interaktivne scenarije. Ovaj pristup stvara okruženje gde se pravila i izazovi usklađuju s obrazovnim ciljevima, povećavajući angažovanje i motivaciju, čime se aktivno učenje transformiše u sveobuhvatan metod za razvoj kritičkog i kreativnog mišljenja. (Delić & Cerić)

4.1. Projektno učenje

Projektno učenje je obrazovna strategija usmerena na aktivno angažovanje studenata kroz projekte koji simulišu stvarne izazove. Ova metoda potiče interdisciplinarno razmišljanje i omogućava razvoj kritičkih, analitičkih vještina te timskog rada. Uključivanjem projekata u kurikulum studenti primenjuju teorijsko znanje i razvijaju praktične veštine važne za uspeh na tržištu rada, kroz istraživanje, planiranje, implementaciju i evaluaciju.
Osnovni deo projektno orijentisanog učenja je aktivna uloga studenata. Umesto pasivnog prenošenja informacija, studenti preuzimaju odgovornost za svoje učenje kroz istraživanje, grupne diskusije i rešavanje problema. Ovaj pristup omogućava individualizaciju, jer studenti biraju projekte koji ih interesuju, čime se povećava motivacija. Projektno učenje osnažuje sposobnost inicijative i praktičnog primenjivanja teorije u saradnji s različitim disciplinama i organizacijama.

4.2. Problem-based learning

Učenje temeljeno na problemima (UTP) je transformativni pristup u visokom obrazovanju koji naglašava kritičko razmišljanje, suradnju i praktičnu primjenu znanja. Ova metodologija pretpostavlja da studenti najbolje uče kada se suočavaju s stvarnim problemima koji integriraju različite discipline. UTP potiče suradnju u malim grupama, rješavanje nestrukturiranih problema te razvoj vještina samostalnog učenja kroz istraživanje i evaluaciju rješenja uz podršku raznih izvora.
Osnovna komponenta PBL-a je strukturirani proces u kojem se studentima predstavlja složeni scenarij ili studija slučaja koja odražava profesionalne izazove. Scenarij potiče istraživanje i analizu, omogućavajući studentima da identificiraju praznine u znanju i postavljaju usmjerena pitanja. Učenici moraju razmotriti zajedničke ideje, procijeniti različite pristupe te predstaviti svoja

otkrića. Kritička refleksija o grupnoj dinamici obogaćuje iskustvo, potičući odgovornost i suradnju, dok se uloga edukatora mijenja u fasilitatora koji podržava autonomiju učenika.
Istraživanja pokazuju da PBL (učenje temeljen na projektima) ne samo da razvija dublje razumijevanje sadržaja, nego i ključne kompetencije poput timskog rada, komunikacije i prilagodljivosti koje poslodavci traže. PBL potiče intrinzičnu motivaciju, jer studenti vide relevantnost u rješavanju stvarnih izazova.

4.3. Učenje kroz igru

Učenje kroz igru predstavlja inovativni pristup koji se sve više integrira u visoko obrazovanje, omogućavajući studentima aktivno sudjelovanje u procesu sticanja znanja. Ova metoda služi ne samo kao alat za usvajanje akademskih vještina, već i za razvoj kritičkog mišljenja, suradnje i kreativnosti. Igre, u svim svojim oblicima – od simulacija i uloga do ozbiljnih igara – služe kao platforme koje podstiču interaktivno učenje. Ova praksa ne samo da povećava angažman, već i motivaciju studenata, olakšavajući im da prevaziđu tradicionalne obrasce učenja i da se usmjere na aktivno rješavanje problema.
Mehanizmi učenja kroz igru omogućuju konceptualizaciju složenih ideja putem scenarija i izazova koji oponašaju stvarnost. Simulacijske igre, primjerice, pomažu studentima da dožive posljedice odluka u kontroliranom prostoru, čime se ostvaruje dublje razumijevanje teorije. Interakcijom s kolegama razvijaju se i socijalne vještine važne za tržište rada. Gamifikacija učionica putem digitalnih alata povećava zadovoljstvo i uspjeh učenika.
Međutim, implementacija ovakvih metoda zahtijeva temeljitu pripremu i prilagodbu nastavnog plana, kao i edukaciju samih nastavnika u primjeni igara kao nastavnih alata. Ključna su pravila dizajniranja ovih aktivnosti, koja trebaju biti usklađena s obrazovnim ciljevima. Kontinuirano praćenje učinka i povratne informacije od strane studenata također su imperativ da bi se osigurala učinkovitost učenja kroz igru. U svjetlu ovih aspekata, jasno je da učenje kroz igru ne samo da obogaćuje obrazovni proces, već i doprinosi stvaranju dinamičnog i stimulativnog okruženja koje osnažuje studente da postanu proaktivni sudionici učenja.

5. ULOGA NASTAVNIKA U INOVATIVNOM POUČAVANJU

Uloga nastavnika u inovativnom poučavanju obuhvaća kompleksne funkcije koje osnažuju studente i optimiziraju obrazovne procese. U modernom visokog

obrazovanju, nastavnici su više od prenositelja znanja; oni su mentori i facilitatori koji oblikuju dinamično okruženje za učenje. Njihova odgovornost uključuje poticanje kritičkog razmišljanja i rješavanje problema primjenom praktičnih znanja. Kroz snažnu mentorsku ulogu, nastavnici obogaćuju studentska iskustva pružajući podršku i resurse za akademski i profesionalni razvoj.
Facilitacija učenja ima ključno mjesto u inovativnim metodama poučavanja. Nastavnici koriste razne strategije poput grupnih projekata i tehnologija kako bi potaknuli interakciju među studentima. Ova uloga stvara poticajno okruženje za dijalog, potičući studente na izražavanje vlastitih ideja i kritika. U takvim učionicama, oni postaju aktivni sudionici, što dovodi do dubljeg usvajanja znanja i osnažuje ih da postanu proaktivni učenici koji će se moći suočiti s budućim izazovima.

5.1. Mentorska uloga

Mentorska uloga nastavnika u visokom obrazovanju zauzima centralno mjesto unutar inovativnih pedagogijskih pristupa. Ovaj koncept nadilazi tradicionalnu ulogu učitelja kao jednostavnog prenositelja znanja, usmjeravajući se na razvijanje dubljih odnosa između nastavnika i studenata, kao i na poticanje kritičkog razmišljanja i samostalnosti učenika. Uloga mentora uključuje vodstvo i orijentaciju, pružajući studentima podršku tijekom njihovog akademskog putovanja, ali također ih osnažujući da preuzmu odgovornost za vlastito učenje.
Mentorstvo obuhvaća različite aktivnosti, uključujući savjetovanje o predmetima i karijeri, te povratne informacije na projektima. Mentori pomažu studentima da usmjere akademske interese i steknu vještine za stvarne izazove. Ovakav pristup može uključivati sastanke, radionice i digitalnu komunikaciju. Mentorski odnos temelji se na dijalogu, interakciji i povjerenju.
Mentorska uloga je ključna u obrazovnim okruženjima i razvoju inovativnih strategija poučavanja. Aktivnim sudjelovanjem u kreiranju kreativnog kurikuluma, mentori stvaraju poticajno okruženje za motivaciju i angažman studenata. Oni su vođe promjena koji potiču suradnju i razvijaju projekte koji povezuju teorije s društvenim problemima. Tako doprinosi razvoju visokoobrazovanih pojedinaca spremnih na izazove suvremenog društva.

6. STUDENTI KAO AKTIVNI SUDIONICI

U modernom visokom obrazovanju, koncept aktivnog sudjelovanja studenata postaje ključno obilježje učinkovitih nastavnih pristupa. Studenti se ne

doživljavaju samo kao pasivni primatelji informacija, već kao aktivni sudionici u vlastitom procesu učenja. Ovaj paradigmatski pomak naglašava nužnost razvijanja samostalnosti i suradnje među studentima, što dovodi do poboljšanja obrazovnih rezultata i razvijanja kritičkog mišljenja.
Samostalno učenje je temelj aktivnog sudjelovanja i uključuje strategije koje potiču studente na preuzimanje odgovornosti za svoj akademski razvoj. Ovaj oblik učenja može sadržavati istraživačke projekte, analize slučajeva i razvoj studijskih materijala. Takav pristup omogućava fokus na individualne interese, povećavajući motivaciju i angažman. Korištenje tehnologije, poput online resursa, dodatno jača autonomiju studenata, omogućujući im pristup informacijama i povezivanje s edukatorima širom svijeta.
Suradničko učenje nadopunjuje ovu dinamiku, naglašavajući važnost međusobne interakcije i kolektivnog rješavanja problema. U okviru suradničkog učenja, studenti se potiču na rad u grupama, gdje razmjenjuju ideje, konstruktivno kritiziraju jedni druge i zajednički razvijaju rješenja. Ova metodologija ne samo da unapređuje kritičko mišljenje i analitičke vještine, već također razvija socijalne i emocionalne kompetencije koje su neophodne za funkcionalno uključivanje u radna okruženja budućnosti. Suradničko učenje također omogućuje izgradnju zajednica učenika, stvarajući potporne mreže koje olakšavaju proces učenja i potiču kreativnost.
Kombinacija samostalnog i suradničkog učenja omogućava studentima da preuzmu aktivniju ulogu u svom obrazovnom putu, čime se osnažuju ne samo njihova znanja i vještine, već i sposobnost da postanu proaktivni sudionici u širem društvenom kontekstu. Učeći kako prenositi stečeno znanje u suradničkim okruženjima, studenti su spremniji suočiti se s izazovima budućnosti i doprinijeti svojim zajednicama.

6.1. Samostalno učenje

Samostalno učenje, kao ključni aspekt obrazovnog procesa, omogućava studentima da razviju svoje kognitivne vještine i samostalnu sposobnost stjecanja znanja iz raznih izvora. Ovaj pristup naglašava važnost aktivnog uključivanja studenata u vlastito obrazovanje, potičući ih da preuzmu odgovornost za svoje učenje kroz istraživanje, analizu i refleksiju. Uloga nastavnika u ovom kontekstu nije da bude samo izvor informacija, već da postane facilitator učenja, omogućujući studentima da razviju neophodne strategije za učinkovito samostalno učenje.
Raznolike metode samostalnog učenja ključno je osigurati studentima pristup relevantnim resursima i alatima koji potiču neovisnost. To može uključivati

online platforme, e-učenje, knjižnične resurse te sudjelovanje u informatičkim seminarima i radionicama. Samostalno učenje integrira se kroz projekte, istraživačke zadatke i prezentacije, omogućavajući studentima primjenu znanja u stvarnim situacijama. Implementacija ovih metoda doprinosi individualnom napretku i razvoju vještina potrebnih za snalaženje u dinamičnom radnom okruženju.

Značaj samostalnog učenja leži u poticanju kritičkog mišljenja, kreativnosti i rješavanja problema, vještina bitnih u suvremenom društvu. Razvija sposobnost analize informacija, olakšavajući donošenje odluka temeljenih na fakti. Kroz refleksivno učenje, studenti preispituju vlastite misli, identificirajući snage i slabosti u svom pristupu. Tako postaje metoda stjecanja znanja i osobnog rasta, oblikujući stručnjake koji se suočavaju s izazovima. Integracija u visokom obrazovanju osnažuje studente i doprinosi inovativnoj zajednici.

6.2. Suradničko učenje

Suradničko učenje predstavlja pedagogijski pristup koji aktivno uključuje studente u proces učenja putem zajedničkog rješavanja problematičnih situacija, razmjene ideja i kritičkog razmišljanja. Ova metoda podrazumijeva suradnju između studenata, gdje oni dijele različite perspektive, znanja i vještine, potičući jedni druge na dublje razumijevanje tema. Ključna prednost suradničkog učenja leži u njegovoj sposobnosti da stvara dinamično okruženje koje ne samo da olakšava usvajanje znanja, nego i razvija socijalne vještine, poput komunikacije i timskog rada. Individualno i grupno učenje komplementiraju se, jer prva omogućuje osobnu refleksiju, dok druga osnažuje kolektivno razumijevanje.

7. EVALUACIJA I POVRATNE INFORMACIJE

Povratne informacije su ključne za proces poučavanja u visokom obrazovanju, jer omogućavaju prikupljanje podataka o učenju i kontinuirano poboljšanje praksi. Metode evaluacije igraju presudnu ulogu i uključuju kvantitativne i kvalitativne pristupe. Kvantitativna evaluacija, poput testova i upitnika, omogućava objektivno ocenjivanje znanja, dok kvalitativne metode, poput intervjua i analiza, pružaju dublji uvid u iskustva učenika. Ovaj sinergički pristup omogućava sveobuhvatnu sliku o efektivnosti nastave i razvoju prilagođenijih strategija. (Šnajdar, 2024)(Kovač & Zubović, 2024)(Crnjin Đurić, 2023)

Povratne informacije, kao rezultat evaluacije, imaju ključnu ulogu u poboljšanju obrazovnog procesa. One nisu samo kritika, već konstruktivni alati koji pomažu studentima da razumeju svoje slabosti i snage. Efikasan sistem povratnih informacija zahteva redovno i pravovremeno deljenje informacija, što omogućava studentima potrebne korekcije u učenju. Digitalne platforme dodatno obogaćuju ovaj proces, olakšavajući pristup povratnim informacijama u realnom vremenu. Tako obrazovne institucije mogu unaprediti svoje metode i osigurati aktivno učešće studenata u učenju, stvarajući prilagodljivo obrazovno okruženje koje osnažuje studente za profesionalne izazove.

7.1. Metode evaluacije

Evaluacija u visokom obrazovanju predstavlja ključni aspekt koji ne samo da omogućuje mjerenje akademskih postignuća studenata, već također doprinosi kontinuiranom poboljšanju nastavnih praksi i kurikuluma. Metode evaluacije mogu se podijeliti u nekoliko kategorija, od tradicionalnih testa znanja do inovativnijih pristupa koji uključuju formativnu i sumativnu evaluaciju. Svaka od ovih metoda ima svoje prednosti i nedostatke, a njihov odabir ovisi o specifičnim ciljevima nastave te potrebama studenata.

Tradicionalne metode evaluaracije, kao što su ispiti i kvizovi, često su usredotočene na kvantifikaciju znanja kroz činjenične odgovore i mogu dati brz uvid u razumijevanje materije. Međutim, oni također mogu biti ograničeni, jer ne ocjenjuju uvijek sposobnost studenata za primjenu znanja u stvarnim situacijama. U tom smislu, formativne metode evaluacije, uključujući projekte, prezentacije i grupne radove, pružaju bogatiji uvid u proces učenja. One potiču kritičko razmišljanje i kreativnost, a također omogućuju nastavnicima da pruže pravovremene povratne informacije, što je ključno za unapređenje učenikovih performansi.

Praksa samoprocenjivanja i peer review metoda može biti korisna, pomažući studentima da prepoznaju vlastite snage i slabosti, kao i da razviju analitičke i komunikacijske vještine. U kombinaciji s digitalnim alatima, suvremeni pristupi evaluaciji nude prilike za adaptivno učenje prilagođeno potrebama studenata. Ove inovacije obogaćuju akademsko iskustvo i pripremaju studente za tržište rada, omogućavajući holistički pristup učenju i ocjenjivanju, što je ključno za kvalitetu obrazovanja.

7.2. Povratne informacije za poboljšanje

Povratne informacije igraju ključnu ulogu u procesu učenja i podučavanja, posebno u visokom obrazovanju, gdje se očekuje da studenti ne samo da apsorbiraju informacije, već i aktivno sudjeluju u vlastitom obrazovanju. Strategije prikupljanja i analize povratnih informacija omogućuju nastavnicima da bolje razumiju potrebe svojih studenata i uoče područja koja zahtijevaju poboljšanja.

Inovativni pristup evaluaciji uključuje digitalne alate za kontinuirane povratne informacije. Implementacijom online platformi, studenti redovito ocjenjuju lekcije, materijale i metode podučavanja. Jasne rubrike omogućuju im da daju konkretne upute o korisnosti, pružajući kvalitetniji uvid u njihovo iskustvo. Kombinacija kvantitativnih i kvalitativnih podataka pomaže nastavnicima u prepoznavanju obrazaca i uvažavanju različitih stilova učenja, čime se poboljšava učinkovitost nastavnog procesa.

Povratne informacije ne trebaju biti jednoznačne; ključno je uspostaviti dijalog između studenata i nastavnika. Uz povratne informacije od studenata, korisno je uključiti i samoprocjene nastavnika, gdje nastavnici reflektiraju na vlastitu praksu i način izvršavanja svojih zadaća. Ova dvosmjerna komunikacija stvara dinamično okruženje koje potiče kontinuirano učenje i prilagodbu. U konačnici, aktivno uključivanje povratnih informacija dovodi do stvaranja zajednice koja cijeni rast i unapređenje, što je neophodno za osiguranje kvalitete visokog obrazovanja u suvremenom kontekstu.

8. IZAZOVI INOVATIVNOG POUČAVANJA

Inovativne metode poučavanja u visokog obrazovanju poboljšavaju rezultate učenja, no njihova provedba suočava se s izazovima koji traže analizu i prilagodljive strategije. Najveća prepreka je otpor prema promjenama među učiteljima i institucijama, što proizađe iz duboko ukorijenjenih pedagogijskih uvjerenja, straha od gubitka postojećih kurikuluma i teškoća pri usvajanju novih tehnologija. Učitelji s dugogodišnjim iskustvom u tradicionalnim metodama često teško prihvaćaju inovacije. Institucije trebaju promicati kulturu koja podržava eksperimentiranje i kontinuirani profesionalni razvoj.

Značajan izazov inovativnim nastavno-praktičkim metodama je tehnološka nejednakost. Brzi napredak obrazovnih tehnologija stvorio je razlike u pristupu među studentima i kampusima. Varijacije u resursima ometaju učinkovitu primjenu inovativnih metoda, jer studenti iz nepovoljnih sredina nemaju uvijek potrebne uređaje ili pouzdanu internetsku vezu. Neujednačena primjena tehnologije među institucijama dovodi do različitih razina podrške i profesionalne obuke, pogoršavajući nejednakosti. Potreban je pravedniji

pristup integraciji tehnologije koji bi osigurao da svi studenti mogu imati koristi od inovativnih metodologija.
Suočavanje s izazovima zahtijeva suradnju profesora, administracije i studenata. Obrazovni radnici trebaju profesionalna usavršavanja za učinkovito integriranje inovativnih praksi, očuvanje integriteta disciplina i prioritet u pristupu tehnologiji. Institucionalne politike trebaju promicati inkluzivnost i osigurati resurse za studente. Proaktivan pristup poboljšava kvalitetu iskustava učenja i priprema diplomante za dinamičan svijet.

8.1. Otpor prema promjenama

Otpor prema promjenama u visokom obrazovanju je dinamičan proces uzrokovan psihološkim, organizacijskim i kulturnim faktorima. Akademska zajednica može odbaciti inovacije zbog straha od nepoznatog, preopterećenosti ili sumnje u nove metode poučavanja. Istraživanja pokazuju da percepcija promjena kao prijetnji stabilnosti može izazvati otpor prema tradicionalnim metodama, čime se ograničavaju mogućnosti za inovaciju i prilagodbu.
Unutar institucija visokog obrazovanja, strukturalne prepreke također igraju ključnu ulogu u manifestaciji otpora prema promjenama. Birokratski sustavi, rigidni kurikulumi i tradicionalni načini vrednovanja mogu otežati implementaciju inovativnih pristupa. Osim toga, u kulturi mnogih sveučilišta, utemeljenoj na dugogodišnjim tradicijama, postoji otpor prema rizičnim inovacijama koje bi mogle promijeniti postojeće obrasce učenja i poučavanja. U takvim okolnostima, promjena ne dolazi lako; institucije se suočavaju s izazovima kako motivirati članove akademske zajednice da prihvate nove ideje i pristupe. (Grozdek, 2024)(Kadušić et al.)
Uključivanje svih dionika kroz dijalog i zajedničko odlučivanje ključno je za prevladavanje otpora prema promjenama. Razvoj strateških planova koji prepoznaju izazove može pomoći u stvaranju zajedničke vizije za inovacije. Edukacija i profesionalno usavršavanje smanjuju strah od nepoznatog i poboljšavaju razumijevanje inovacija. Pilot-projekti mogu dokazati učinkovitost inovacija, potičući druge na sudjelovanje. Inovacija u obrazovanju je kontinuirani proces koji zahtijeva prilagodbe i proaktivan pristup.

8.2. Tehnološka nejednakost

Tehnološkanejednakost je značajan izazov u visokoobrazovnom sustavu koji se oslanja na digitalne resurse za poučavanje. Definira se kao disparitet u pristupu tehnologijama između različitih demografskih i socioekonomskih grupa. S

globalizacijom i ubrzanom digitalizacijom, postoji potreba za jedinstvenim pristupom obrazovanju, tako da svi studenti, bez obzira na status, imaju jednake mogućnosti za pristup tehnologijama i online platformama. Studenti iz ruralnih područja često imaju ograničen pristup internetu i digitalnim alatima, što otežava njihovo sudjelovanje u interaktivnim učionicama. (Marković, 2022)(Franc, 2023)

Istraživanje pokazuje da su institucije koje ulažu u inkluzivna digitalna rješenja, poput online platformi s prilagodljivim sadržajem, postigle bolje rezultate u smanjenju tehnološke nejednakosti. Ova rješenja omogućuju studentima da se aktivno uključuju u nastavu prema vlastitim potrebama, što povećava angažiranost i uspjeh. Također, važno je istaknuti ulogu institucija u pružanju tehničke podrške i resursa, kao što su stipendije za opremu i obuke. Ove strategije doprinose smanjenju jaza u korištenju tehnologije, čineći obrazovne modele pristupačnijima za sve studente.

Konačno, borba protiv tehnološke nejednakosti zahtijeva kolektivne napore svih dionika u obrazovnom sustavu, uključujući vlade, obrazovne institucije i privatni sektor. Usvajanjem inkluzivnih politika i angažmanom zajednice, obrazovanje može postati platforma koja ne samo da omogućava pristup znanju, već i potiče socijalnu pravdu i ekonomski razvoj. Tek kada ostvarimo ravnotežu u pristupu tehnologiji, moći ćemo iskoristiti puni potencijal inovativnih pristupa poučavanju u visokom obrazovanju, čime se ne osigurava samo kvalitetnije obrazovanje, već i pruža osnovna alat izgradnje jednakih mogućnosti za buduće generacije.

9. PRIMJERI DOBRE PRAKSE

U području visokog obrazovanja, širenje izvanrednih praksi osvjetljava putove prema inovativnim nastavnim metodama koje unapređuju angažman studenata i obrazovne rezultate. Ove prakse ne služe samo kao modeli institucijama koje žele revitalizirati svoje obrazovne pristupe, već također naglašavaju prilagodljivost i odgovor na potrebe koje su potrebne u suvremenim akademskim okruženjima. Integracija naprednih nastavnih strategija ključna je za opremanje studenata sposobnostima kritičkog razmišljanja potrebnima za snalaženje u sve složenijem svijetu.

Model obrnute učionice, primijenjen na institucijama poput Sveučilišta Harvard, unaprijed snima lekcije dostupne studentima online prije osobnih rasprava. Ova promjena omogućuje studentima da se upoznaju s materijalom vlastitim tempom i oslobađa vrijeme za aktivne aktivnosti u učenju. Sudjeluju u suradničkim vježbama rješavanja problema, što jača njihovo razumijevanje i

osjećaj zajedništva. Rezultati pokazuju poboljšanje u postignućima i zadovoljstvu studenata, s povećanjem stopa zadržavanja i akademskim uspjesima. (Glumac, 2024)(Mikulić, 2021)
Inovativni programi, poput inicijative učenja temeljenog na projektima na Stanfordu, naglašavaju praktično iskustvo. Studenti surađuju u timovima na složenim problemima, razvijajući ključne vještine poput kreativiteta i komunikacije. Ova metoda priprema ih za suvremene suradničke poslove, potičući inovacije i agilno razmišljanje. Progresivno obrazovanje doprinosi učinkovitijem sustavu visokog obrazovanja.

9.1. Studije slučaja

Studije slučaja predstavljaju učinkovit alat za primjenu teorijskih znanja na praktične situacije unutar visokog obrazovanja. Ovaj pristup omogućava studentima ne samo da razumiju apstraktne koncepte, već i da ih operacionaliziraju kroz stvarne primjere, što im pomaže u razvoju kritičkog mišljenja i analitičkih vještina. Primjena studija slučaja može se vidjeti u različitim disciplinama, od poslovnog upravljanja do zdravstvene i društvene znanosti, gdje studenti preuzimaju uloge kao što su analitičari, stratezi ili savjetnici, suočavajući se s izazovima koji zahtijevaju sveobuhvatan pristup rješavanju problema.
Prilikom implementacije studija slučaja, važno je razviti okvir koji studentima omogućava sistematsko istraživanje složenosti problema. Mogu se koristiti različite metode analize, poput SWOT analize, koja identificira snage, slabosti, prilike i prijetnje vezane uz situaciju. Uključivanje različitih perspektiva obogaćuje iskustvo učenja i pomaže studentima da uoče višedimenzionalne aspekte problema, dok radeći na konkretnim primjerima formuliraju rješenja i analiziraju posljedice svojih odluka.
Studije slučaja potiču suradničko učenje, gdje studenti timski analiziraju složene situacije. Ova kolaboracija poboljšava dijeljenje ideja, komunikacijske vještine i timski rad, ključne za suvremeno tržište rada. Implementacija studija slučaja ne samo da poboljšava akademske rezultate, već oblikuje angažirane pojedince spremne za izazove budućih karijera, stvarajući vezu između teorije i prakse te osposobljava ih za uspjeh u profesionalnom životu.

9.2. Inovativni programi

U posljednjim godinama, visoko obrazovanje doživljava promjene s fokusom na inovativne programe koji spajaju teoriju i praksu. Ovi programi naglašavaju

interdisciplinarnu suradnju, integrirajući različita područja studija radi boljeg iskustva učenja. Primjer je obrazovanje temeljenog na kompetencijama (CBE), gdje studenti napreduju vlastitim tempom, pokazujući svladavanje gradiva, čime se prilagođavaju različitim stilovima učenja i povećava angažman te se osposobljavaju za industrijske zahtjeve. (Koren, 2023)

Još jedna važna inovacija je iskustveno učenje, poput projektnog učenja (PBL) i prakse, koje omogućuju studentima primjenu teorijskog znanja u stvarnim situacijama. Mnogi sveučilišta razvijaju programe suradnje s industrijom, olakšavajući partnerstva u radu na značajnim projektima s opipljivim rezultatima. To doprinosi razvoju kritičkog razmišljanja i vještina rješavanja problema, dok poboljšava zapošljivost kroz praktično iskustvo privlačno poslodavcima. Uključivanje tehnologije u nastavni plan preko miješanih ili online formata proširuje pristup obrazovanju, omogućujući institucijama da dosegnu širu demografsku skupinu. Ovi programi koriste interaktivne platforme koje potiču suradnju među studentima iz različitih geografskih lokacija. (Rubić, 2021)(Deronja, 2023)

Inovativni kurikulumi usvajaju modularne dizajne, omogućujući studentima prilagodbu obrazovnih puteva osobnim interesima. Ova fleksibilnost zadovoljava potražnju za personaliziranim obrazovanjem, gdje učenici biraju module usklađene s profesionalnim ciljevima. Kako se trendovi u radnoj snazi usmjeravaju prema zapošljavanju temeljenom na vještinama, važnost adaptivnih obrazovnih okvira postaje očita. Visokoobrazovne institucije koje implementiraju inovativne programe unapređuju pedagoške metodologije i pripremaju studente za kompleksnosti globalnog gospodarstva, osiguravajući konkurentnost diplomanta.

10. BUDUĆNOST INOVATIVNOG POUČAVANJA

Budućnost inovativnog poučavanja u visokom obrazovanju oblikuje se pod utjecajem različitih trendova koji zahtijevaju prilagodbu obrazovnih metoda. Digitalizacija, s brzim napretkom tehnologija, omogućava globalni pristup resursima, demokratizirajući obrazovanje i potičući personalizirana iskustva. Learning analytics pomaže institucijama da razumiju potrebe studenata, optimizirajući poučavanje i povećavajući angažman. Ovi trendovi stvaraju dinamičnu atmosferu koja potiče inovativne metode učenja i kritičko razmišljanje.

U kontekstu predviđanja, ključna uloga umjetne inteligencije u obrazovanju ne može se zanemariti. AI se integrira s obrazovnim platformama, omogućujući automatizaciju procjene, personalizaciju učenja i pružanje povratnih

informacija u realnom vremenu. Očekuje se da će AI sustavi postati sofisticiraniji, stvarajući prilike za interaktivne i adaptivne nastavne planove temeljen na analizi učenika. Tehnologije poput virtualne i augmentirane stvarnosti obogaćuju proces učenja praktičnom primjenom teorijskih znanja. (Fijucek, 2024)(Butigan, 2024)(Novosel, 2024)

Evolucija obrazovnih pristupa zahtijeva promjenu razmišljanja i pedagogije, s naglaskom na interdisciplinarno povezivanje znanja, kritičko razmišljanje i spremnost na konstantno učenje. Budućnost poučavanja nije samo tehnologija, već i promjena paradigme koja potiče suradnju, kreativnost i prilagodljivost, omogućujući studentima da postanu proaktivni sudionici u vlastitom obrazovanju. Ovi aspekti će oblikovati obrazovni pejzaž, čineći ga relevantnijim u kontekstu neprestano mijenjajućih potreba tržišta i društva.

10.1. Trendi i predviđanja

Trendovi u visokom obrazovanju ukazuju na evoluciju pedagogije kroz inovativne pristupe koji obogaćuju iskustvo učenja. Personalizacija učenja se sve više oslanja na analizu podataka o učenicima, omogućavajući institucijama da koriste algoritme za prilagođavanje kurikuluma i metoda podučavanja individualnim potrebama. Osnaživanje učenika u samostalnom istraživanju i kritičkom razmišljanju postaje imperativ, a programi razvoj veština poput saradnje, kreativnosti i digitalne pismenosti. (Čuljat & Stagličić)(Pavičić, 2024)

Trendovi u obrazovanju naglašavaju važnost interdisciplinarnosti, gde se znanja iz različitih oblasti kombinuju za holistički pristup učenju. Ova integracija pomaže studentima u razvoju sposobnosti za rešavanje kompleksnih problema, povećavajući njihovu konkurentnost na globalnom nivou. Takođe, raste uticaj tehnologije na obrazovne procese, s primenom virtualne i proširene realnosti koja transformiše učionice, omogućavajući interaktivno učenje i praktične primene teorijskog znanja. (Dobranja et al., 2024)

Konačno, pitanje održivosti i etičnosti u obrazovanju postaje ključno za buduće trendove. S obzirom na ubrzane klimatske promene i rastuće društvene nejednakosti, obrazovni sistemi se suočavaju sa izazovom da promovišu ne samo akademske, već i etičke vrednosti. Ova potreba za održivim obrazovanjem dovela je do inovativnih pristupa koji integriraju održivost u kurikulume i stvaranje obrazovnih okruženja koja podstiču svest o društvenoj odgovornosti. Predviđanja ukazuju na to da će budućnost visokog obrazovanja biti obeležena ovim sinergijskim pristupima, koji ne samo da obučavaju pojedince za profesionalni život, već ih oblikuju i kao odgovorne građane sveta.

10.2. Utjecaj umjetne inteligencije

Utjecaj umjetne inteligencije (AI) na visoko obrazovanje mijenja tradicionalne obrazovne paradigme kroz složene mehanizme. Tehnologije strojnog učenja, obrade prirodnog jezika i analitike podataka omogućuju institucijama optimizaciju nastavnih procesa i poboljšanje ishoda učenja. AI sustavi nude personalizirana iskustva učenju, prilagođavajući se potrebama studenata. (Lukeš, 2024)(Murselović, 2025)

Ključni aspekt utjecaja AI-a je analiza velikih podataka, koja pomaže institucijama u prepoznavanju obrazaca u učenju te u otkrivanju problema u kognitivnom razvoju. Korištenje algoritama za predikciju rizika od otpadništva omogućava identificiranje studenata s poteškoćama i pružanje pravovremene podrške. AI također olakšava administrativne procese, što akademskom osoblju omogućuje više fokusiranje na kvalitetu nastave.

Implementacija umjetne inteligencije donosi etička pitanja, posebno vezana uz privatnost podataka i pravednost. Pristupi temeljen na strojnome učenju trebaju biti transparentni kako bi se izbjegle pristranosti koje negativno utječu na demografske skupine. Kroz kritičku evaluaciju, institucije mogu osigurati da AI doprinosi inkluzivnom obrazovanju i ostvaruje svoj potencijal. Obrazovne institucije trebaju istraživati i prilagođavati pristupe kako bi se suočile s izazovima u obrazovanju.

11. ZAKLJUČAK

U području visokog obrazovanja, inovativni pristupi poučavanju nisu samo dodatna poboljšanja; naprotiv, oni predstavljaju transformativne paradigme koje reconfigure obrazovni pejzaž. Kao što je istaknuto tijekom ovog rada, te metodologije omogućuju angažiranije, međusobno povezanije i učeniku središnje usmjereno okruženje. Ovaj završni dio sintetizira ključne argumente iznesene, naglašavajući nužnost sustavnih promjena unutar obrazovnih institucija kako bi se prihvatile i implementirale nove pedagoške strategije. Prijelaz s tradicionalnih, predavanja temeljenih obrazovnih okvira na dinamičnije, interaktivne oblike učenja nije samo odgovor na razvijene potrebe studenata, već i odraz stalnih napredaka u tehnologiji i obrazovnoj teoriji.

Integracija tehnologije u učionici predstavlja ključni element ove transformacije. Uključivanje alata poput sustava za upravljanje učenjem,

virtualne stvarnosti i suradničkih online platformi potiče angažman učenika u njihovim obrazovnim putovanjima. Dodatno, naglasak na suradničkom učenju, povratnim informacijama vršnjaka i aktivnostima temeljenim na projektima ne samo da poboljšava kritičko razmišljanje, već također pomaže studentima u razvoju bitnih međuljudskih vještina. Premještanje prema holističkijem pristupu prepoznaje da je obrazovanje višedimenzionalan proces koji bi trebao poticati ne samo stjecanje znanja, već i emocionalni i socijalni rast.

Prilagodba inovativnih pedagoških pristupa zahtijeva značajne podrške institucija, koje trebaju ulagati u razvoj nastavnika kroz obuke i resurse. Poticanje kulture eksperimentiranja i refleksije omogućit će edukatorima da kontinuirano procjenjuju i unapređuju svoje prakse. Uspješna implementacija ovih pristupa u visokom obrazovanju ovisi o zajedničkoj predanosti uprave, nastavnika i studenata te priznavanju važnosti razvoja pedagoških strategija za pripremu učenika za kompleksan svijet. Ovo putovanje prema poboljšanom obrazovnom okviru je neprekidno, ali može transformirati iskustvo učenja.

REFERENCES

1. Milošević, S., 2024. Postupno uvođenje STEM područja u školski kurikul. unios.hr
2. Puk Tomić, L., 2024. Barijere jednakome pristupu baletnome obrazovanju u hrvatskome kontekstu. nsk.hr
3. Herceg, P., 2024. Prirodoslovne aktivnosti i igre u prirodi. unizg.hr
4. Marić, M., 2023. Aktivno učenje u razrednoj nastavi. unist.hr
5. Tatjana, G., 2024. Nastavne strategije aktivnoga učenja u nastavi prirode i društva u primarnom obrazovanju. nsk.hr
6. Čović, M., 2024. Poticanje razvoja znanstvene pismenosti u ranoj i predškolskoj dobi–pedagoški odgovor na suvremene potrebe društva. nsk.hr
7. Kurevija, I., 2023. Primjena proširene stvarnosti u obrazovanju. nsk.hr
8. Leoni, S., 2025. ESCAPE ROOM: REVOLUCIJE 1848. GODINE–IGRIFIKACIJA U NASTAVI POVIJESTI. unizg.hr
9. Mojsilović, M., 2025. Primena fazi logike u softkompjutingu za detekciju faktora motivacije radi poboljšanja postignuća studenata. Универзитет у Новом Пазару. mpn.gov.rs
10. Delić, S. & Cerić, H., . DIDAKTIČKO-METODIČKE ODREDNICE VOJNE NASTAVE. fpn.unsa.ba. fpn.unsa.ba

11. Šnajdar, L., 2024. Glazbene aktivnosti u primarnom obrazovanju. uniri.hr
12. Kovač, V. & Zubović, A., 2024. Nastava usmjerena na studente: planiranje, poučavanje i vrednovanje na pravnim studijima-priručnik za nastavnike. uniri.hr
13. Crnjin Đurić, V., 2023. Kurikulumski pristup poučavanju sadržaja nastavnog predmeta Proces zdravstvene njege. nsk.hr
14. Grozdek, A., 2024. Zdravstvena njega osoba oboljelih od shizofrenije-prikaz i usporedba slučajeva. nsk.hr
15. Kadušić, A., Smajić, S., & Smajić, N., . GLOBALNE PROMJENE I TURIZAM. researchgate.net. researchgate.net
16. Marković, K., 2022. POTPORNE INSTITUCIJE U PODUZETNIŠTVU S OSVRTOM NA RAZVOJNI CENTAR LIČKO-SENJSKE ŽUPANIJE. nsk.hr
17. Franc, S., 2023. Utjecaj globalizacije na nejednakost. Notitia-časopis za održivi razvoj. [HTML]
18. Glumac, M., 2024. Studenti kao ciljana skupina posjetitelja Muzeja Slavonije: studija slučaja. unizg.hr
19. Mikulić, B., 2021. Sveučilište, potreba psihoanalize i želja Sigmunda Freuda. U: Psihoanaliza i njezine sudbine. unizg.hr
20. Koren, N., 2023. Važnost poslovne komunikacije u Startup svijetu u cilju ostvarivanja međunarodnih poslovnih odnosa. nsk.hr
21. Rubić, I., 2021. Akademska i socijalna uključenost kao prediktor uspjeha i završnosti studenata. nsk.hr
22. Deronja, I., 2023. Važnost učiteljevih kompetencija u ranom učenju i poučavanju stranog jezika. nsk.hr
23. Fijucek, G., 2024. Korištenje umjetne inteligencije u obrazovanju iz područja poslovne ekonomije. unizg.hr
24. Butigan, J., 2024. Postojeći i potencijalni utjecaj umjetne inteligencije na ljudsku djelatnost. nsk.hr
25. Novosel, A., 2024. Informacijske i komunikacijske tehnologije u obrazovanju. nsk.hr
26. Čuljat, S. and Stagličić, A.L., PRIMJENA INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA U MARKETINGU INDUSTRIJE STRANIH JEZIKA. VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA “U GOSPIĆU INSTITUT DRUŠTVENIH ZNANOSTI IVO PILAR, p.118. velegs-nikolatesla.hr
27. Pavičić, P. K., 2024. Aplikacija za vježbu pravopisa uz pomoć umjetne inteligencije i usluge strojne provjere pravopisa. unizg.hr
28. Dobranja, D., Jahaj, R., & Loshaj, J., 2024. Rodna analiza: Višestruki pregled rodne pravde na Kosovu. fes.de

29. Lukeš, F., 2024. Utjecaj umjetne inteligencije na tržište rada. nsk.hr
30. Murselović, A., 2025. Primjena vještačke inteligencije u IT industriji: metode, izazovi i implikacije. efsa.unsa.ba

PRIMJENA AI U POSLOVNOJ LOGISTICI

APPLICATION OF AI IN BUSINESS LOGISTICS

Stručni rad / Professional paper

mr.sc. Dragan Kopecki, v. pred.*
Ana Octenjak, student*
Katarina Knežević, Erasmus+ student*

Sažetak

Rad istražuje primjenu umjetne inteligencije (engl. Artificial Intelligence, AI) u optimizaciji skladišnih procesa. Cilj rada je identificirati ključne skladišne procese i istražiti kako se AI može koristiti za njihovo unaprjeđenje.
Rad započinje definiranjem pojma skladišta, njegove namjene i funkcija. Skladište je definirano kao prostor namijenjen za skladištenje i čuvanje robe, s naglaskom na njegovu ključnu ulogu u logističkim sustavima. Funkcije skladišta uključuju skladištenje robe, sigurnost proizvoda, proizvodnju ambalaže, te povećanje zaliha i ponovno naručivanje. Nadalje, rad detaljno opisuje skladišne procese kao što su prijem robe, smještaj i čuvanje robe, komisioniranje i izdavanje robe, te otprema robe. Ovi procesi su ključni za učinkovito upravljanje zalihama i zadovoljstvo kupaca. Poseban naglasak stavljen je na ulogu umjetne inteligencije u skladištenju. AI se koristi za optimizaciju skladišnih procesa kroz primjere kao što su Warehouse Management System (WMS), autonomni mobilni roboti (AMR), VoiceXtreme (VoX) i prediktivno komisioniranje. Korištenjem umjetne inteligencije moguće je smanjiti ljudske pogreške, automatizirati procese, optimizirati korištenje skladišnog prostora i povećati učinkovitost operacija.
U zaključku, rad ističe kako primjena umjetne inteligencije može značajno unaprijediti skladišne procese, smanjiti operativne troškove i poboljšati ukupnu

*Business School of Zagreb, e-mail: dragan.kopecki@pvzg.hr
*Business School of Zagreb
*Business School of Zagreb

učinkovitost opskrbnog lanca. Primjena naprednih tehnologija i kontinuirano prilagođavanje novih trendova ključni su za postizanje konkurentske prednosti u suvremenom poslovnom okruženju.

***Ključne riječi**: Optimizacija skladišnih procesa, umjetna inteligencija, skladišni procesi, logistika, Warehouse Management System (WMS), autonomni mobilni roboti (AMR), VoiceXtreme (VoX), prediktivno komisioniranje.*

Abstract

This paper deals with research on the application of artificial intelligence (AI) in the optimization of warehouse processes. The goal of the paper is to identify key warehouse processes and explore how AI can be used to improve them.
The paper begins by defining the term warehouse, its purpose and functions. A warehouse is defined as a space intended for the storage and safekeeping of goods, with an emphasis on its key role in logistics systems. Warehouse functions include the storage of goods, product safety, packaging production, and replenishment and reordering. Furthermore, the paper describes in detail the warehouse processes such as goods receipt, goods storage and storage, goods picking and issuing, and goods shipping. These processes are crucial for efficient inventory management and customer satisfaction. Special emphasis is placed on the role of artificial intelligence in storage. AI is used to optimize warehouse processes through examples such as Warehouse Management System (WMS), Autonomous Mobile Robots (AMR), VoiceXtreme (VoX) and predictive picking . Using artificial intelligence, it is possible to reduce human errors, automate processes, optimize the use of warehouse space, and increase the efficiency of operations. In conclusion, the paper highlights how the application of artificial intelligence can significantly improve warehouse processes, reduce operating costs and improve overall supply chain efficiency. The application of advanced technologies and continuous adaptation to new trends are key to achieving competitive advantage in the modern business environment.

***Keywords**: Optimization of warehouse processes, artificial intelligence, warehouse processes, logistics, Warehouse Management System (WMS), autonomous mobile robots (AMR), VoiceXtreme (VoX), predictive commissioning*

1. INTRODUCTION

The paper is structured in such a way that it first provides a theoretical overview of the concept of a warehouse and its functions, then describes in

detail the warehouse processes and their components. The central part of the paper explores the role of artificial intelligence in the optimization of warehouse processes through concrete examples and case studies. Finally, the paper concludes with recommendations for the implementation of artificial intelligence in warehouse operations and suggests directions for future research.

Effective management of warehouse processes is a key element in ensuring a competitive advantage for any company engaged in production, distribution or retail. The development of technology, especially artificial intelligence (AI), provides new opportunities for optimizing these processes. This paper investigates the application of artificial intelligence in the optimization of warehouse operations with the aim of reducing costs, increasing efficiency and improving overall business performance.

Through the analysis of existing warehouse processes, the paper identifies key challenges faced by warehouses and explores how artificial intelligence can offer solutions to these challenges. Special attention is paid to the application of advanced technologies such as Warehouse Management System (WMS), autonomous mobile robots (AMR), VoiceXtreme (VoX) and predictive commissioning.

2. CONCEPT AND PURPOSE OF WAREHOUSE

A warehouse is a space or facility intended for the accommodation, preservation and storage of goods from the moment of their receipt to the moment of their use and shipment. A warehouse plays a major role in the production process and in the conduct of transport activities. Various operations and processes related to the receipt, storage, protection, manipulation and issuance of goods are carried out in it. The purpose of a warehouse is to ensure the safe and technically correct placement of goods without compromising their properties and quality. Warehouses are a key component of logistics systems because they enable effective inventory control, reduce distribution costs and improve the overall efficiency of the supply chain.

2.1. The concept of warehouse

The term warehouse can be defined in several ways. A warehouse is a space, which can be closed or open, fenced or unfenced, and is used for storing goods in bulk or in packaging, and everything related to storage with the intention that the goods will be included in further transport, production, distribution or

consumption after a certain time. We get a more complex definition if we look at the warehouse as a part of logistics. From a logistics point of view, a warehouse is a node or point on a logistics network where goods are accepted or forwarded in another direction within the network.
After defining the warehouse as a physical object, we come to the activities that are carried out inside the warehouse. Many planned activities take place inside the warehouse, which bring the goods to a state of rest. This includes the physical process of handling and storing goods, and the methodology for implementing these processes. By knowing the concept of warehouse and storage, we can understand its purpose and benefit, and it is multiple.
A warehouse can serve as a place for consolidating transport if it is located near commodity transport centers. In manufacturing companies, it serves as a container in case of production overruns or provides security in case of plant, production, supplier delivery or transport delays. Warehouses enable safe and technically correct storage of goods without compromising their properties and quality, with the possibility of easy acceptance and dispatch. They also provide service to customers, positively affecting the fulfillment of their orders. From an economic perspective, a warehouse corrects the imbalance of market supply and demand. This occurs when supply exceeds demand because the warehouse stores the product until the customer needs it. Storage affects customer service, inventory levels and the company's success in sales and marketing.[18]

2.2. Purpose and function of the warehouse

Warehouse operations encompass much more than just storing goods. They involve a multitude of processes, including warehousing, goods movement, security, merchandise management, as well as providing value-added services and maintaining price and inventory stability. A warehouse manager oversees these operations with a particular focus on achieving inventory accuracy, coordinating order fulfillment, managing operations, processes, personnel and equipment, and adhering to company policies.
Effective warehouse management requires:

- Reducing human errors
- Using warehouse management software
- Process automation
- Optimal use of storage space
- Strategic floor plan design

[18]Tocko, A.: Logistics and warehouse processes in the company Kraš dd, University of North, Koprivnica, 2019, pp. 12 - 13

- Positioning popular items near shipping areas
- Regular inventory analysis.[19]

In order to support the mobility of logistics companies, warehouses must be built in buildings that meet specific criteria so that logistics activities can be carried out smoothly. This system plays an important role in supply chain management, i.e. it is a supply chain system that will always be up-to-date and that only certain employees can access according to regulations. In addition, it is an integral part of the modern supply chain that includes the process of procurement, production and distribution of goods or products, and is very important for coordinating the distribution of goods resulting from the imbalance of supply and demand. Warehouses have many more functions than being a place to store goods, and the four main functions of a warehouse are:

- Storage of goods - the main function of a warehouse is a place to store goods. The storage of goods must be orderly and planned so that there is no confusion in the process of receiving goods, especially in warehouses that receive a lot of goods.
- Product security – warehouses can be used as a guarantee for inventory or shipped goods, and for orders to remain intact. The function of the warehouse is not only theft prevention, but also disaster mitigation.
- Packaging manufacturer – the company will use the warehouse as an assembly plant or a place to pack and bind goods. Semi-finished products or products can be perfected in the warehouse and shipped to customers.
- Restocking and reordering – one of the difficulties in warehouse management is determining when to reorder goods because the available stock is located in different locations.[20]

Warehouse capacity has a significant impact on business, particularly in terms of timeliness of order fulfillment and supply chain efficiency. The costs associated with different categories of warehouses are influenced by various factors such as physical facilities, labor and service requirements, location, space requirements, and specific features or services required to handle the types of goods being stored. In addition to warehousing, warehousing

[19]Understanding Warehouse Definition: A Complete Guide to Storage Facilities - AMSC USA, URL: https://www.amsc-usa.com/blog/warehouse-definition/

[20]What I a Warehouse and Its Purpose for Business – HASHMICRO, August 2022, URL: https://www.hashmicro.com/blog/what-is-warehouse/#2 (translated by the author of the paper)

encompasses additional services that enhance competitive advantage and provide added value. Value-added services include:

- Cross- docking ,
- Reloading,
- Palletizing,
- Order fulfillment services,
- Refund processing,
- Furnishing,
- Packaging,
- Personalization,
- Denotation,
- Reverse logistics,
- Processing,
- Disposal or destruction of waste.[21]

3. WAREHOUSE PROCESSES

Warehouse optimization has become essential for companies that want to meet customer demands and remain competitive. Primary warehouse processes are the backbone of any supply chain, ensuring efficient warehousing and distribution. From receiving and storing goods to picking, packing, and shipping orders, these processes are key to increasing customer satisfaction through timely fulfillment of orders and commitments. By optimizing warehouse operations, companies can reduce costs, increase customer satisfaction, and improve productivity, efficiency, and profitability.

It is believed that work enables the professional and spiritual development of every person. Work is valued not only for the production of quality, safe and economically affordable goods, but also for the method of production, the formation of a community of people involved in the work process, care for the environment and respect for nature. Such an understanding of the work process also includes its intellectual, aesthetic and moral dimensions. Work is viewed in its dignity, regardless of the technological or organizational level, with the aspiration for professionalism. Work is one of the dimensions of a human being that brings a sense of completeness, growth of humanity,

[21]Understanding Warehouse Definition: A Complete Guide to Storage Facilities - AMSC USA, URL: https://www.amsc-usa.com/blog/warehouse-definition/

meaning, satisfaction and an area of experimentation for our creativity that brings us joy and awareness of our own dignity.[22]

Warehouse processes form the basis of any efficient logistics operation, enabling the movement and storage of goods within the warehouse. They include all activities related to the receipt of goods, storage, order processing, packaging and shipping of products, and are key to ensuring accuracy, speed and economy in inventory management. Well-designed warehouse processes reduce operational costs and improve customer satisfaction through faster and more accurate product delivery.

In the era of digitization and automation, warehouse processes are experiencing significant transformations. The management of warehouse processes requires careful planning and constant adjustment, and it is necessary to take into account various factors such as the type of product, market dynamics, customer requirements and the availability of technologies. Understanding warehouse processes and optimizing them is key to achieving a competitive advantage in today's fast-paced and changing business environment. There are many functions of a warehouse, but the four basic functions of a warehouse are:

- Receipt of goods ,
- Storage and storage of goods,
- Commissioning and delivery of goods,
- Shipping of goods.[23]

The processes within the warehouse are organized in such a way that they enable a continuous flow of goods, without unnecessary duplication of operations. The system is also set up so that at each stage of storage the exact position and quantity of each product is known, enabling a quick response to user requests. The goods that arrive at the warehouse are often reorganized and adjusted to the orders of users, or shopping centers. Larger packages of products, depending on the orders, are transformed into smaller ones, combined with other products and shipped to the user. In order for warehouses to efficiently perform all the above operations, the operations within the warehouse are coordinated to achieve a continuous flow of goods from receipt to shipment of goods. The key element of each activity is to maximize the space

[22] Kopecki,D., Luburić,G. (2022.) "Human Capital Management in Family Businesses of the Economy of Togetherness", Oeconomicus Journal, ISSN 1849-9686, UDK/UDC 330.1(05), 30(05), December 2022 Issue 20. VII. year of publication

[23]Tocko, A.: Logistics and warehouse processes in the company Kraš dd, University of North, Koprivnica, 2019, p. 13

for each operation and minimize the time required. Depending on the number and method of handling goods, the required share of human labor also varies. A higher share of human labor increases labor costs, which affects the overall operating costs of the warehouse.[24]

4. THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN WAREHOUSE

The application of artificial intelligence (AI) is increasingly present today, penetrating almost all spheres of human activity on a daily basis. Warehouses are no exception to this trend. Modern warehouse operations that adapt to new changes achieve a significant competitive advantage and improve the overall quality of a company's operations. By using artificial intelligence, warehouses can become more efficient and productive, which leads to reduced operating costs and increased productivity. The organization and manner of operating a warehouse directly affect the speed of delivery of goods to customers, which improves their satisfaction with the service provided.

With the advent of digital technology, trade shows have become increasingly popular, offering new ways to connect with content virtually. However, physical trade shows and exhibitions remain relevant and provide opportunities for face-to-face interaction, networking, and hands-on experiences that cannot be replicated online. Today, trade shows and exhibitions span a wide range of industries and interests, from art and design to technology, agriculture, and beyond. They serve as key platforms for businesses to launch new products, form partnerships, and engage with consumers. In addition, they continue to play a key role in promoting cultural exchange, fostering innovation, and driving economic growth in communities around the world.[25]

The application of artificial intelligence in logistics is the best way to increase efficiency and accuracy while reducing warehouse management costs. This approach allows you to meet the needs of increasingly demanding consumers who do not want to wait. Long waiting periods for delivery result in customer dissatisfaction, which has a direct impact on business. The use of artificial intelligence in warehouses leads to the automation of routine tasks. It helps in monitoring inventory and planning deliveries in the warehouse, increasing

[24]Drača, N.: Analysis of the picking process in the company dm-drogerie markt Croatia, University of Zagreb, Faculty of Transport Sciences, Zagreb, 2016, p. 4

[25] Skočić, O., Kopecki, D., "Digitalization of trade fair operations in logistics", Suvremena trgovina, professional trade journal, UDK 339, ISSN1330-0180, VOL.49, Issue 3, June 2024.

productivity and reducing labor costs. Accuracy is increased through access to past and current data, as well as predicting future demand for products, which allows for simpler and more precise inventory planning. Optimization of distribution routes is also an important segment because artificial intelligence can use data on warehouse location, available transportation means and available workers to determine optimal routes for product distribution.[26]
Although AI applications in logistics are still developing, they are expected to reach their maximum potential in the next few years. Nevertheless, certain practices have already found their application in this sector:

- Predicting consumer trends: Artificial intelligence uses big data for logistics purposes, comparing internal information such as sales figures with data collected from forums, social media, and other online sources. In this way, the system can infer consumer intentions and predict demand behavior, enabling the implementation of anticipatory logistics that avoids shortages and overstocking of goods. This helps reduce resource waste.
- Automation of warehouse operations: Automated warehouses represent one of the best examples of the application of artificial intelligence in logistics. The combination of warehouse automation and warehouse management software provides integrated logistics that includes transport movement, warehousing and operational warehousing. This combination creates patterns that are continuously analyzed, enabling resource optimization and adaptation to changes in flows.
- Selection of transport routes and the most efficient movements: Artificial intelligence significantly simplifies the coordination of logistics transport. A WMS (Warehouse Management System) records all logistics movements and creates a digital representation of the company's facilities. AI processes this data, organizing the movements of autonomous vehicles and operators with the help of handling equipment. It also manages fleets for transporting goods, interpreting the latest traffic information and incorporating it into systems in real time, thus defining optimal routes for delivering orders and adjusting itineraries in the event of an incident.
- Tighter control over supply chain data: Supply chain process automation enhanced by AI enables real-time inventory management, instant supply orders, and accurate order tracking. Data integration and

[26]The Future of Warehouses and the Role of Artificial Intelligence – SPICA. URL: https://www.spica.hr/blog/buducnost-skladista-i-uloga-umjetne-inteligencije

> improved tracking systems enable companies to meet customer needs for information. For example, the question “Where is my order?” regarding a package purchased through e-commerce can be quickly and efficiently resolved by implementing an AI chatbot.

The introduction of advanced technologies such as robotics and artificial intelligence is transforming the warehouse business, making processes more efficient and accurate. Robotics and automation technologies powered by artificial intelligence play a key role in order picking, one of the most demanding tasks in the warehouse business. Autonomous mobile robots (AMRs), equipped with artificial intelligence algorithms, navigate the warehouse, retrieve products from storage locations and deliver them to picking stations, reducing the need for manual labor and increasing picking efficiency. AI-enhanced picking systems use machine learning algorithms to optimize routes, prioritize orders and reduce travel times, improving throughput and reducing order cycle times. AI-driven packing and sorting processes streamline order fulfillment operations, ensuring accurate and timely delivery of products to customers. AI algorithms analyze order characteristics, such as size, weight and fragility, to determine the most efficient packaging and packaging material configurations. Automated sorting systems, equipped with AI vision systems, classify products based on predefined criteria such as destination, delivery method or product type, enabling fast and accurate sorting of orders for shipment.

Machine learning plays a key role in improving various aspects of warehouse operations, from equipment maintenance to process optimization and continuous improvement. AI-powered preventive maintenance systems use machine learning algorithms to analyze equipment performance data, detect anomalies, and predict potential failures before they occur. By monitoring factors such as temperature, vibration, and energy consumption, AI algorithms can recognize early warning signs of equipment failure and proactively plan preventive maintenance activities. Preventive maintenance reduces downtime, extends equipment life, and minimizes repair costs, ensuring smooth warehouse operations.

AI-driven learning algorithms enable warehouses to continuously optimize their operations and processes based on real-time data and feedback. Reinforcement learning algorithms analyze historical performance data and simulation models to identify opportunities for process optimization and automation. By iteratively adjusting parameters and strategies, learning algorithms can improve efficiency, reduce waste, and improve overall

performance over time. Continuous improvement through algorithm learning enables warehouses to adapt to changing market conditions, customer demands, and operational challenges, ensuring long-term efficiency and success.[27]

5. CONCLUSION

The application of artificial intelligence in warehouse processes shows great potential for improving efficiency, reducing operating costs and increasing customer satisfaction. The analysis carried out in this paper shows that technologies such as Warehouse Management System (WMS), autonomous mobile robots (AMR), VoiceXtreme (VoX) and predictive picking can significantly improve various aspects of warehouse operations.

The application of artificial intelligence enables the automation of routine tasks, the reduction of human errors and the optimization of warehouse space utilization. In addition, predictive analytics and machine learning algorithms help in making informed decisions about inventory management and forecasting future needs.

However, the implementation of these technologies requires careful planning, investment in appropriate infrastructure and employee training. It is necessary to continuously monitor technological developments and adapt warehouse processes to new trends and innovations in order to maintain a competitive advantage.

In conclusion, artificial intelligence is a key component of future warehouse systems. Companies that successfully integrate these technologies into their operations will be better prepared to face market challenges and meet growing customer expectations. Future research should focus on further developing and adapting artificial intelligence to the specific needs of warehouse operations, and on analyzing the long-term effects of their application on business.

REFERENCES

1. Drača, N. (2016). Analysis of the picking process in the company dm- drogerie markt Croatia Graduation thesis, University of Zagreb, Faculty of Transport Sciences, Zagreb.

[27]Olukunle Oladipupo Amoo, Akoh Atadoga, Enoch Oluwademilade Sodiya. *AI-driven warehouse automation: A comprehensive review of systems* . Article in GSC Advanced Research and Reviews, February 2024.

2. Olukunle Oladipupo Amoo , Akoh Atadoga , Enoch Oluwademilade Sodiya . *AI- driven warehouse automation : A compressive review of systems* . Article in GSC Advanced Research and Reviews , February 2024.
3. Tocko , A. (2019). Logistics and warehouse processes in the company Kraš dd. Final thesis, University of North, Koprivnica.
4. Kopecki,D ., Luburić,G . (2022.) "Human Capital Management in Family Businesses of the Economy of Community", Oeconomicus Journal, ISSN 1849-9686, UDK/UDC 330.1(05), 30(05), December 2022 Issue 20. VII. year of publication
5. Skočić,O ., Kopecki,D ., (2024.) "Digitalization of trade fair operations in logistics", Suvremena trgovina, professional trade journal, UDK 339, ISSN1330-0180, VOL.49, Issue 3, June 2024.
6. AMSC USA. *Understanding Warehouse Definition : A Complete Guide to Storage Facilities* . Retrieved from: https://www.amsc-usa.com/blog/warehouse-definition/ [Accessed : May 18, 2024]
7. Artificial Intelligence AI. *What is artificial intelligence?* Retrieved from: https://www.umjetnainteligencijaui.com/sto-je-umjetna-inteligencija/#vrste-UI [Accessed : June 8, 2024]
8. SPICA. The Future of Warehouses and the Role of Artificial Intelligence . Retrieved from: https://www.spica.hr/blog/buducnost-skladista-i-uloga-umjetne-inteligencije [Accessed : June 8, 2024]
9. What I a Warehouse and Its Purpose for Business – HASHMICRO, August 2022, URL: https://www.hashmicro.com/blog/what-is-warehouse/#2

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U PROIZVODNJI VODIKA: PREDNOSTI I PRIMJENA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI

RENEWABLE ENERGY SOURCES IN HYDROGEN PRODUCTION: ADVANTAGES AND APPLICATIONS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Stručni rad / Professional paper

Prof VŠ Hamza Šehović*

MA Anel Ikanović*

Karlo Jelić, student*

Sažetak

U kontekstu rastućih klimatskih promjena i povećane potražnje za održivim energetskim rješenjima, dekarbonizacija automobilske industrije postala je jedan od ključnih ciljeva globalnih energetskih politika. Tradicionalna vozila s motorima s unutarnjim sagorijevanjem odgovorna su za značajan udio emisija stakleničkih plinova, što potiče istraživanje alternativnih izvora energije i tehnologija koje mogu smanjiti ekološki otisak transporta. Vodik, kao čisto gorivo, predstavlja obećavajuće rješenje za ovu tranziciju, posebno kada se proizvodi korištenjem obnovljivih izvora energije.

Obnovljivi izvori energije, poput solarne i vjetroenergije, igraju ključnu ulogu u stvaranju takozvanog „zelenog vodika“. Za razliku od konvencionalnih metoda proizvodnje vodika, koje se oslanjaju na fosilna goriva i emitiraju značajne količine ugljičnog dioksida, proizvodnja vodika elektrolizom uz korištenje obnovljive energije može biti potpuno bez emisija. Ovaj „zeleni vodik“ može se koristiti za napajanje vozila s gorivim ćelijama, pružajući mogućnost nulte emisije štetnih plinova u cestovnom prometu.

***Ključne riječi**: dekarbonizacija, vodik, zeleni vodik, obnovljiva energija, mobilnost*

Abstract

In the context of growing climate change and the increasing demand for sustainable energy solutions, the decarbonization of the automotive industry has

* Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru, email: hamza.sehovic@gmail.com

* bch.ing. održavanja energetskih postrojenja, email: anel.ikanovic@hotmail.com

* Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru, email: kaarlo.jeelic@gmail.com

become one of the key goals of global energy policies. Traditional vehicles with internal combustion engines are responsible for a significant share of greenhouse gas emissions, which is driving research into alternative energy sources and technologies that can reduce the environmental footprint of transport. Hydrogen, as a clean fuel, represents a promising solution for this transition, especially when produced using renewable energy sources.

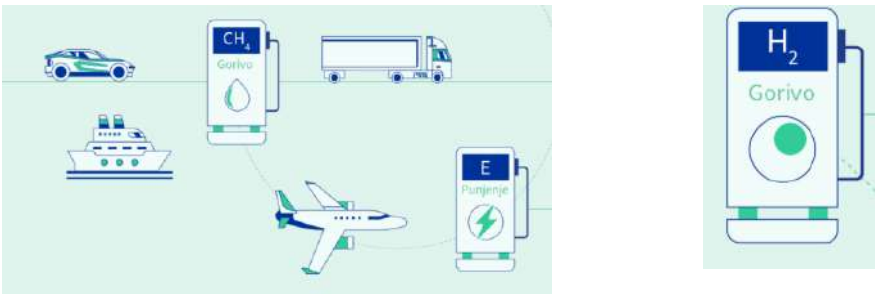
Renewable energy sources, such as solar and wind power, play a key role in creating so-called "green hydrogen". Unlike conventional hydrogen production methods, which rely on fossil fuels and emit significant amounts of carbon dioxide, hydrogen production by electrolysis using renewable energy can be completely emission-free. This "green hydrogen" can be used to power fuel cell vehicles, offering the possibility of zero-emission road transport.

***Keywords**: decarbonization, hydrogen, green hydrogen, renewable energy, mobility*

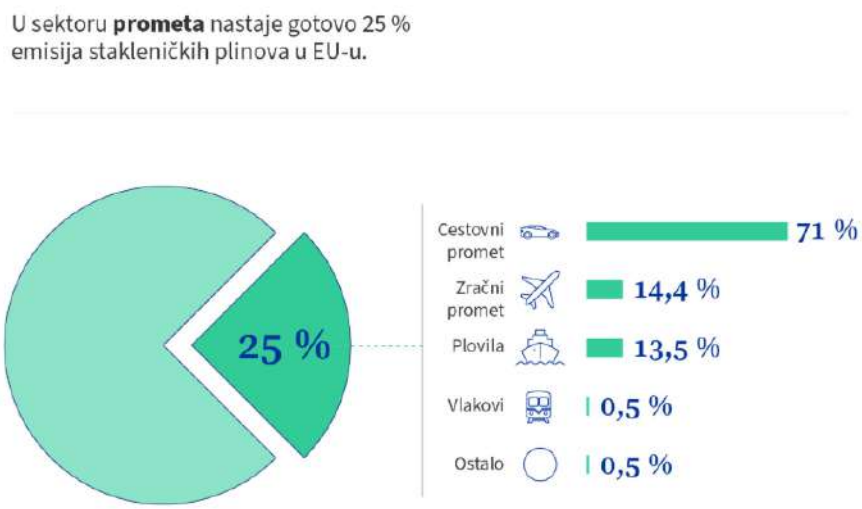
1. UVOD

Cilj ovog rada je istražiti mogućnosti integracije solarne i vjetroenergije u proizvodnju vodika te analizirati potencijalnu primjenu vodika u automobilskoj industriji. Fokusirat ćemo se na tehničke aspekte proizvodnje vodika putem elektrolize, prednosti koje donosi upotreba vodika kao goriva, kao i izazove s kojima se suočava masovna primjena ove tehnologije. Korištenje obnovljive energije na predloženi način ima velike prednosti:

- Smanjuje se učešće fosilnih goriva u proizvodnji vodika,
- Vodik se proizvodi u vrijeme pojave viška energije, koju bi trebali skladištiti za kasniju upotrebu ili kao u većini slučajeva izgubiti
- Lakše se skladišti i čuva vodik nego električna energija [6]



Slika 1. Ciljevi u razvoju goriva za transport
Izvor: https://www.univ-orleans.fr/en/prisme/research/energy-combustion-and-engines-area/presentation



Slika 2. Emisije stakleničkih plinova
Izvor: https://bilis.lt/auto/naujienos/dyzeliniu-ir-benzininiu-automobiliu-dienos-jau-suskaiciuotos-isigalioja-teises-aktas-kuris-ne-tik-pakeis-situacija-rinkoje-bet-ir-sukels-kai-kuriu-lietuviu-isiuti-516287

2. PROIZVODNJA VODIKA NOVOM TEHNOLOGIJOM

Proizvodnja vodika putem elektrolize uz napajanje iz solarnih i vjetroturbinskih sistema osigurava proizvodnju vodika s minimalnim emisijama. Iz tog razloga su napravljeni novi PEM (engl. Proton Exchange Membrane) elektrolizeri koji mogu reagirati na promjene koje se dešavaju u proizvodnji obnovljive energije, čime su idealni za aplikacije u kojima se napajanje mijenja zbog sezonskih ili vremenskih faktora. PEM tehnologija omogućuje visoku učinkovitost i fleksibilnost u radu, što je ključno kada se koriste varijabilni izvori poput solara i vjetra.

Osnovni princip elektrolize temelji se na korištenju električne energije za razdvajanje molekula vode na vodik i kisik. Elektrolizer se sastoji od dvije elektrode - anode i katode - te membrane koja omogućuje prijenos jona vodika (H^+) između elektroda. Na anodi dolazi do oksidacije vode, pri čemu se voda razdvaja na kisik, jone vodika (H^+) i elektrone. Joni vodika (H^+) prolazi kroz membranu prema katodi, gdje se kombiniraju s elektronima iz vanjskog strujnog kruga, i nastaje vodik (H). [1].

Matematički, energija potrebna za elektrolizu može se opisati Gibbsovom energijom (ΔG). Za razdvajanje 1 mol vode, minimalna potrebna energija iznosi cca 237 kJ/mol.

Stvarna energija potrebna za elektrolizu obično je veća zbog gubitaka u sistemu, pa se koeficijent korisnog dejstva može izraziti kroz omjer teoretske i stvarne energije:

$$\eta = \frac{\Delta G}{Pinput} \times 100$$

Gdje je:

- η: učinkovitost elektrolizera (%),
- ΔG: Gibbsova energija potrebna za elektrolizu (J/mol),
- P_{input}: stvarna snaga dovedena u elektrolizer (W).[2].

Obzirom da u litri vode ima cca 111mola vodika, dobije se da će energija potrebna za izdvajanje vodika iz jednog litra vode biti 26.307 KJ odnosno 7.307 Wh [8]. Dobijena vrijednost je okvirna i u njoj nisu uključeni gubitci. Da bi se dobio jedan kilogram vodika potrebno je potrošiti cca 60 kWh energije (procijena na osnovu trenutnog razvoja tehnologije).[9]
Vodik je visokoenergetsko gorivo čija je energetska vrijednost cca duplo veća od energetske vrijednosti benzina, tako da će se za prelazak iste udaljenosti utrošiti duplo manja težina vodika.[9]

Korištenjem programa, GNU Octave Online možemo simulirati proces elektrolize pomoću PEM elektrolizera. U ovoj simulaciji koristit ćemo matematičke funkcije za prikaz promjena napona i struje tijekom procesa elektrolize, a podaci će biti prikazani pomoću linijskih grafikona. Za pokretanje simulacije koristimo octave-online.net, gdje ćemo jednostavno kopirati i pokrenuti zadani kod kako bismo vizualizirali process:

```
octave:1> % Vrijeme u minutama
vrijeme = linspace(0, 10, 100);

% Simulirani napon elektrolize (u voltima)
napon = 1.8 + 0.2 * sin(0.5 * vrijeme);

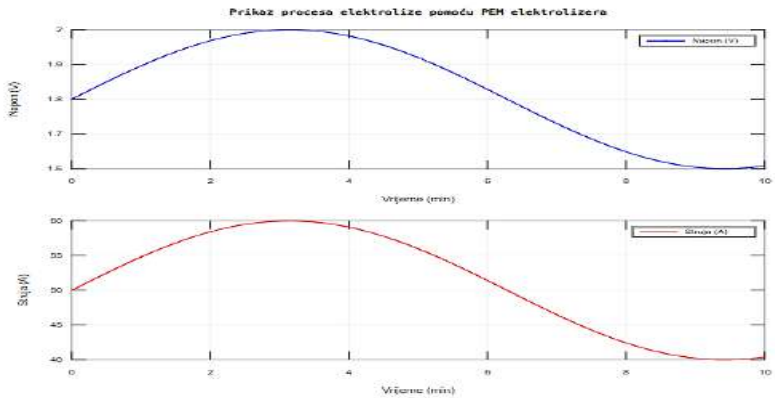
% Simulirana struja elektrolize (u amperima)
struja = 50 + 10 * sin(0.5 * vrijeme);

% Prikaz napona tijekom elektrolize
subplot(2, 1, 1);
plot(vrijeme, napon, 'b', 'LineWidth', 1.5);
xlabel('Vrijeme (min)');
ylabel('Napon (V)');
title('Prikaz procesa elektrolize pomoću PEM elektrolizera');
grid on;
legend('Napon (V)');

% Prikaz struje tijekom elektrolize
subplot(2, 1, 2);
plot(vrijeme, struja, 'r', 'LineWidth', 1.5);
xlabel('Vrijeme (min)');
ylabel('Struja (A)');
grid on;
legend('Struja (A)');

% Podesavanje izgleda grafikona
set(gcf, 'Position', [100, 100, 800, 600]);

% Spremanje grafikona u PNG datoteku
print('proces_elektrolize_pem.png', '-dpng');
```



Slika 3: Simulacija procesa elektrolize pomoću PEM elektrolizera s napajanjem iz obnovljivih izvora energije putem platforme https://octave-online.net/.
Izvor: Obrada autora.

Iz dijagrama se zaključuje da se PEM proces dobijanja vodika praktično nekprekidano odvija, ne ovisno od toga kako se variraju parametri na izlazu obnovljivog izvora energije.

3. ZELENI VODIK U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI

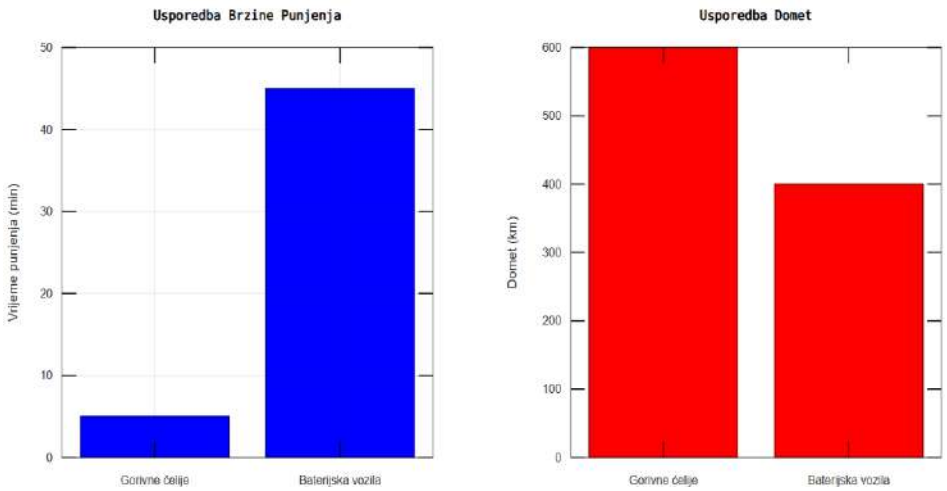
Vodik proizveden elektrolizom uz obnovljive izvore energije koristi se kao gorivo u vozilima s gorivim ćelijama. Gorivne ćelije koriste vodik za proizvodnju električne energije, a jedini nusprodukt je vodena para (voda), čime se postiže nulta emisija štetnih plinova. Ova vozila imaju nekoliko ključnih prednosti u usporedbi s baterijskim električnim vozilima:

- Brzo punjenje: Za razliku od baterija koje zahtijevaju dugo vrijeme punjenja, spremnik gorivnih ćelija može se napuniti za svega nekoliko

minuta, što je slično kao kod tradicionalnih vozila s unutarnjim sagorijevanjem.

- Visoka energetska gustoća: Vodik ima veću energetsku gustoću od baterija, što omogućuje dulji domet vozila, posebno kod teških kamiona i autobusa [3].
- Kod putničkih automobile: Značajan je udio težine baterije kod električnih automobile u odnosu na ukupnu masu automobile, dok je udio mase vodika u spremnilu bezznačajan. Na osnovu ovog zaključujemo, da će se smanjiti potrošnja energije u odnosu na električne automobile.

Iako vodikova tehnologija nudi mnoge prednosti, postoje i izazovi. Glavni izazovi uključuju visoke troškove proizvodnje vodika, kao i potrebu za razvojem infrastrukture za distribuciju i skladištenje vodika. Također, skladištenje vodika zahtijeva posebne uvjete zbog njegove male molekularne *mase i zapaljivosti, što povećava troškove i složenost [4].*



Slika 4. Usporedba brzine punjenja i dometa između vozila s gorivim ćelijama i baterijskih električnih vozila.

4. TRENUTNI PROJEKTI I PRIMJERI IZ PRAKSE

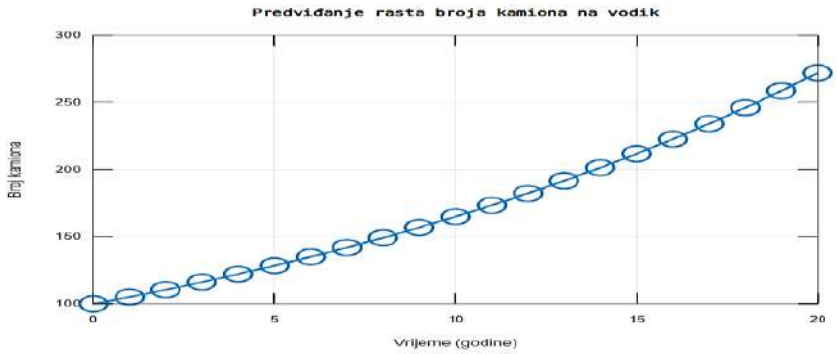
Toyota Mirai

Jedan od najznačajnijih primjera primjene vodika u automobilskoj industriji je Toyota Mirai. Ovo je prvo serijski proizvedeno vozilo na vodik, koje se koristi u svakodnevnom prometu. Toyota je također provela značajna ulaganja u razvoj infrastrukture za punionice kako bi podržala upotrebu vozila na vodik. Toyota

Mirai koristi gorivne ćelije koje pretvaraju vodik u električnu energiju, a jedini nusprodukt je vodena para [1].
Infrastruktura za punjenje vodika trenutno predstavlja jedan od ključnih izazova za masovnu primjenu vodikovih vozila. Toyota surađuje s različitim državama i privatnim partnerima na razvoju mreže punionica, posebno u regijama kao što su Japan, SAD i Europa, gdje su već uspostavljene ključne rute za punjenje vodika. Ovaj pristup omogućuje veću dostupnost i praktičnost za korisnike, smanjujući prepreke za usvajanje tehnologije gorivnih ćelija.

Hyundai Nexo
Hyundai je još jedan važan igrač u području automobila na vodik. Model Hyundai Nexo, SUV na gorivne ćelije, predstavlja sljedeći korak u razvoju održivog transporta. Automobil je dizajniran kako bi bio siguran i jednostavan za uporabu, s naprednim sistemima za sigurnost i nadzor; nudi dug domet, brzu reakciju na promjene u zahtjevima za napajanjem i visoku učinkovitost.
Hyundai je također aktivno uključen u razvoj infrastrukture za punjenje, s fokusom na uspostavljanje punionica u Južnoj Koreji, ali i na ključnim tržištima u Europi i Sjevernoj Americi [2].Za proizvodnju vodika Hyundai Nexo koristi PEM elektrolizere.

Nikola Motors i kamioni na vodik
Nikola Motors razvija teške kamione na vodik, što predstavlja ključni segment za dekarbonizaciju transporta. Kamioni na vodik su posebno važni za smanjenje emisija u teškom prometu jer omogućuju dug domet i brzo punjenje, što je ključno za održavanje ekonomične logistike. Nikola Motors radi na razvoju mreže punionica za vodik kako bi podržali svoje kamione i omogućili dugoročni rast i upotrebu vodika u logistici [3].
Matematički predviđeni rast broja kamiona dat je na sljedećoj slici:



Slika 5. Predviđeni rast broja kamiona na vodik

Javni prijevoz na vodik

Osim osobnih vozila i kamiona, postoje i projekti koji koriste vodik za napajanje javnog prijevoza, uključujući autobuse. Primjerice, gradovi poput Hamburga, Londona i Los Angelesa već koriste autobuse na vodik za smanjenje emisija u urbanim područjima. Vodikovi autobusi nude dug domet i brzo punjenje, što ih čini pogodnima za svakodnevne operacije u javnom prijevozu.[4]
Autobusi na vodik mogu prijeći velike udaljenosti s jednim punjenjem, a tehnologija gorivih ćelija omogućuje održavanje visoke učinkovitosti bez značajnog gubitka snage. To je ključno za gradove koji se suočavaju s problemima zagađenja zraka i žele preći na održive oblike prijevoza.
Ekonomska održivost i troškovna analiza

Visoki troškovi proizvodnje i distribucije vodika trenutno predstavljaju glavne prepreke široj primjeni u automobilskoj industriji. Međutim, s napretkom tehnologija i smanjenjem cijena obnovljivih izvora energije, očekuje se da će cijena vodika postupno padati, čineći ga konkurentnim gorivom za široku upotrebu. Trenutna cijena proizvodnje zelenog vodika, u velikim sistemima, iznosi cca 6 USD po kilogramu, ok se predviđa da će cijena pasti na 2 USD po kilogramu do 2030. godine [3].



Slika 6. Predviđanje pada troškova proizvodnje vodika do 2030. godine

Jedan od ključnih faktora koji utječe na cijenu vodika je cijena električne energije potrebne za elektrolizu. Ako se koristi energija iz obnovljivih izvora koja je dostupna po nižoj cijeni, u vrijeme kada imamo višak energije, ukupni troškovi proizvodnje vodika mogu se značajno smanjiti. Ekonomija opsega i poboljšanje učinkovitosti elektrolizera također će dodatno smanjiti troškove.

5. ZAKLJUČAK

Proizvodnja vodika iz obnovljivih izvora energije te njegova primjena u automobilskoj industriji predstavlja obećavajući korak prema dekarbonizaciji sektora prometa i smanjenju emisija stakleničkih plinova. Kao čisto gorivo, vodik omogućuje nultu emisiju štetnih plinova, a napredak u tehnologijama gorivnih ćelija i elektrolizera stvara pretpostavke za njegovu sve širu primjenu. Projekti poput Toyote Mirai, Hyundaija Nexa i Nikola Motors kamiona, zajedno s razvojem infrastrukture za punjenje, pokazuju da je tehnologija vodika već pronašla svoju primjenu i da se ubrzano razvija [1].

Međutim, izazovi poput trenutno visoke cijene proizvodnje, ograničene infrastrukture i potreba za ekonomskim skaliranjem još uvijek stoje na putu masovnoj primjeni vodika u prometu. Unatoč tim preprekama, globalni napori za dekarbonizaciju, poticaji za razvoj infrastrukture i napredak tehnologije doprinose smanjenju troškova i povećanju dostupnosti vodika. Predviđa se da će cijena vodika u narednim godinama padati, što će ga učiniti konkurentnim gorivom za različite segmente prometa, uključujući osobna, komercijalna i teretna vozila [2].

Primjena vodika može se proširiti i na druge sektore, uključujući industriju i energetiku. U sektoru teške industrije, poput čeličana i rafinerija, vodik može služiti kao zamjena za fosilna goriva u procesima koji zahtijevaju visoke temperature i energiju. U energetskom sektoru, vodik može biti koristan za skladištenje viška energije iz obnovljivih izvora, što pomaže u balansiranju opskrbe i potražnje u energetskim mrežama [3].

Ipak iako je vodik u veoma prisutan u industrijskim procesima, vodik ima značajne nedostatke o kojima treba voditi računa:

- opasnost za ozonski sloj jer trenutno reaguje sa ozonom stvarajući vodu
- Vodik stvara čitav niz opasnosti za čovjekovu sigurnost jer se u kontaktu sa zrakom ponaša kao praskavac
- Tekući vodik je opasan, jer stvara vrlo niske temperature, posebno pri curenju, što može dovesti do smrzotina.[6]

LITERATURA

1. Smith, J. (2020). **Preventive Maintenance Strategies in Electrical Systems**. *Journal of Electrical Engineering*, 45(2), 120-134.
2. Johnson, L. (2019). **Corrective Maintenance: Strategies and Implications**. *International Journal of Energy Management*, 32(3), 145-156.
3. Nikola Motors. (2023). **Sustainable Heavy-Duty Transport Solutions**. Preuzeto s: https://nikolamotor.com.

4. Green, D. (2021). **Exponential Growth Models in Renewable Energy Adoption**. *Energy Research Review*, 39(1), 102-115.
5. Strategija EU za povećanje upotrebe alternativnih goriva za automobile
6. https://hr.wikipedia.org/wiki/Vodik
7. https://neuron.mefst.hr/docs/katedre/kemija_biokemija/SV1%20I%20V1.pdf?vel=672061
8. https://www.google.com/search?q=Kilo+joule+u+wat&rlz=1C1GCEA_enBA955BA955&oq=Kilo+joule+u+wat&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIJCAEQIRgKGKABMgYIAhAhGBUyBwgDECEYjwLSAQkxMzA1N2owajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
9. https://www.hrastovic-inzenjering.hr/primjena-energije/energetski-clanci/energijske-tehnologije/item/1635-isplativost-vodikove-ekonomije.html

MJERE ZAŠTITE NA RADU I ODRŽIVE PRAKSE U LIVNICI

OCCUPATIONAL SAFETY MEASURES AND SUSTAINABLE PRACTICES IN THE FOUNDRY

Stručni rad / Professional paper

Pred. VŠ Oglečevac Semir*
Ensar Brkić*

Sažetak

Zaštita na radu u livnicama od ključne je važnosti zbog specifičnih radnih uslova i brojnih potencijalnih rizika kojima su radnici izloženi. Prije svega, rad u livnicama karakterišu brojni rizici po zdravlje i sigurnost zaposlenih, koji nastaju usljed visokih temperatura, izloženosti štetnim gasovima, sitnim česticama, buci, vibracijama, kao i mogućnosti nastanka požara. Upravo zbog toga, zaštita na radu u livnicama ima ključnu ulogu u očuvanju zdravlja radnika i sprečavanju povreda na radu. Cilj rada je istaknuti značaj primjene zaštitnih mjera u livnicama kako bi se smanjio broj povreda na radu, povečala sigurnost zaposlenih i osigurao nesmetan radni proces. Također, pažnja je usmjerena i na očuvanje životne sredine kroz upotrebu obnovljivih izvora energije (solarna, vjetroenergija, biomasa, hidroenergija, zeleni vodik), kao i na mogućnosti reciklaže materijala u savremenim livnicama, a sve u cilju veće održivosti.

***Ključne riječi**: zaštita na radu, livnica, sigurnost, lična zaštitna oprema, toplota, opasnost, rizik*

Abstract

Occupational safety in foundries is of crucial importance due to the specific working conditions and numerous potential risks to which workers are exposed. First and foremost, work in foundries is characterized by various health and safety hazards, including high temperatures, exposure to harmful gases, fine particles, noise, vibrations, and the risk of fire. Therefore, occupational safety plays a vital role in preserving workers' health and preventing workplace injuries. The aim of this paper is to emphasize the importance of implementing protective

* Visoka škola „CEPS - Centar za poslovne studije“, Kiseljak, email: semir.oglecevac@ceps.edu.ba
* Visoka škola „CEPS - Centar za poslovne studije“, Kiseljak, email: ensarbrkic1@gmail.com

measures in foundries in order to reduce the number of injuries, increase employee safety, and ensure an uninterrupted work process. Attention is also given to environmental protection through the use of renewable energy sources (solar, wind, biomass, hydro, green hydrogen), as well as the possibilities for material recycling in modern foundries, all with the goal of greater sustainability.

***Keywords**: occupational safety, foundry, safety, personal protective equipment, heat, hazard, risk*

1. UVOD

Livnica je tvornica koja proizvodi lijevane metalne proizvode. Metali se izljevaju u kalupe raznih oblika tako što se otapaju u tečnost, metal se sipa u kalup i uklanja se materijal kalupa nakon što se metal očvrsne dok se hladi. Najčešći obrađeni metali su aluminijum i liveno gvožđe. Međutim, drugi metali, kao što su bronza, mesing, čelik, magnezijum i cink, također se koriste za proizvodnju odlivaka u livnicama. U ovom se procesu mogu formirati dijelovi željenih oblika i veličina u zavisnosti od kalupa. Livnice su jedan od najvećih doprinosioca pokreta za recikliranje proizvodnje, topeći i prerađujući milione tona starog metala svake godine kako bi se stvorila nova trajna dobra. Mnoge livnice koriste pijesak u procesu oblikovanja. Takve livnice često prepravljaju i ponovo koriste pijesak, što je još jedan oblik recikliranja. Za topljenje metala prije livenja koriste se razne peći. Istopljeni metal se izlijeva iz peći naginjanjem ili tapkanjem po peći. U starijim ili manjim livnicama izlivanje rastopljenog metala može se vršiti ručno. Veće livnice često imaju mehanizovane sisteme.
Uklanjanje ohlađenog odljevka iz kalupa naziva se “istresanje”. Dok nove livnice mogu imati automatizovana postrojenja za istresanje, mnoge manje livnice nemaju, a istresanje se izvodi ručno. Nakon postupka istresanja, formirani odljevci se čiste i obrađuju i uklonjaju svi strani metali, pijesak ili drugi materijal koji je ostao od procesa oblikovanja. Tu se dešavaju različiti procesi kao što su brušenje, tokarenje, bušenje, poliranje, farbanje, pjeskarenje, žarenje, kaljenje itd. Svi ovi navedeni procesi dovode do nastanka topline, prskanja rastopljenog metala, prašine, buke, gasova i pare u okruženju livnice. Ako se ove opasnosti ne kontrolišu, ako se ne koristi određena zaštitna oprema ili ako su u zatvorenom stanju, može doći do ozbiljnih zdravstvenih efekata kod izloženih radnika. Rad u livnici takođe uključuje razne ručne operacije koje nose rizik od fizičkih ozlijeda. [1]

2. PROCES LIVENJA I MOGUĆI RIZICI

Opći koraci koji su uključeni u livenje su izrada uzoraka, oblikovanje, topljenje, izlijevanje, izbacivanje, čišćenje, umetanje i inspekcija. Konačni oblik livenja odgovara kalupu u koji se izliva, pa se kalupi pažljivo oblikuju uzorkom - drvenom ili metalnom replikom predmeta koji se izliva. Najčešći materijal za kalupe je kvarcni pijesak, a mogu se koristiti i drugi materijali ovisno o metalu za livenje i metodi koja se koristi.
Punjenje je jedna od najopasnijih operacija u livnici, jer se u trenutku izljevanja rastopljeni metal nalazi van posude iz koje se izljeva u kalup i tu postoji mogućnost od ozbiljnih povreda od prskanja užarenog metala i opekotina. [2]



Slika 1. Ručno izlivanje rastopljenog metala u kalupe
Izvor: https://neotehnika.co.rs/blog/itemlist/tag/centrifugalno%20livenje

Dakle peć za topljenje se „puni“ metalom i zagrijava iznad tačke topljenja metala. Kada rastopljeni metal dostigne odeđenu temperaturu izlivanja, iz peći se izbacuje kroz izljev u vatrostalnu čeličnu posudu za izlivanje. Sva šljaka ili nečistoće se uklanjaju sa vrha površine rastopljenog metala. Posuda se zatim nagne kako bi se rastopljeni metal izlio u šupljinu kalupa. Kalup se hladi i metal se učvrćuje, a zatim se odljevak „vadi“ iz kalupa i čisti. Očišćeni odljevak se dorađuje na potrebne dimenzije i uklanja višak materijala najčešće brušenjem. Zavisno o specifikacijama livenja, obrada može biti brza ili izuzetno detaljna. Gotovi odljevci se pregledaju i kontrolišu prije slanja dalje.
Livnica je sama po sebi opasna. Njihova primarna aktivnost je topljenje metala, za koje su često potrebne temperature iznad 1425 °C. Da bi se tom broju dao

neki kontekst, svaka voda koja dođe u kontakt s aktivnom pećі trenutno se širi do 1600 puta od svoje prvobitne zapremine i punjenje pećі čak i blago vlažnim metalom dovoljno je da izazove katastrofalnu eksploziju pare. Nasilna i nepredvidiva priroda hemijskih reakcija na ekstremno visokim temperaturama zahtijeva jednako intenzivne sigurnosne postupke u ljevaonici. Sve u vezi sa livnicama je dizajnirano da minimizira rizike povezane sa topljenjem i transportom metala. Zbog gore navedenog problema s eksplozijom pare, voda se ne može koristiti za gašenje požara u livnicama. Umjesto toga, napori u gašenju plamena industrijskim aparatima za gašenje i suhim pijeskom. [3]

3. OSNOVNE MJERE ZAŠTITE U ORGANIZACIJI RADA PRI PROCESU LIVENJA I PROJEKTOVANJU LIVNICA

Njie izenenađujuće da livnice imaju visoke temperature okoline. To su vruća, znojna mjesta za rad, činjenica je otežana činjenicom da radnici livnice moraju nositi zaštitne kape, zaštitu za oči, štitnike za lice i debelu aluminiziranu odjeću. Koliko god je vrućina intenzivna, radnici je ne bi mogli tolerisati da nije visokih plafona. Livnice su obično dizajnirane sa visokim krovovima koji omogučavaju cirkulaciju vazduha. Visina objekta je tipa za:

- Male livnice (ručno livenje, manji lonci, manja oprema): 6-8 metara
- Srednje industrijske livnice: 10-12 metara
- Velike livnice sa dizalicama, viljuškarima, velikim pećima i transporterima: 15-20+ metara

Kada je metal otopljen, potrebno ga je još pomicati po livnici kako bi se izlio u kalupe. Iz očiglednih razloga, poduzimaju se ekstremne mjere opreza kako bi se izbjeglo izlijevanje, posebno na ili blizu radnika. Trasa je markirana, što je moguće kraća i bez prepreka. Saobraćaj u livnici je strogo kontrolisan tako da nepotrebno osoblje nikad ne smeta rastopljenom metalu tokom transporta. Mehanička pomagala (viljuškari, mehaničke kutljače) se koriste kako bi se dodatno smanjila izloženost ljudi. Čak i uz sve preventivne mjere, izlijevanja se i dalje dešavaju. Kako bi se minimizirala šteta kada se desi, podovi livnice su izrađeni od nereaktivnih materijala otpornih na plamen. Zbijena prljavština je najekonomičnija i vjerovatno najefikasnija. Obični beton može popucati pod utjecajem tekućeg metala. Materijali koji se još koriste su: vatrostalni beton (zone izlivanja i oko pećі), industrijski armirani beton (glavni hodnici, prostori oko kalupa, saobraćajnice za viljuškare), epoksidni premaz (tehničke prostorije, skladišta, pomoćne zone), liveni asfalt i dr. [4]

4. UPRAVLJANJE RIZICIMA U LIVNICI I ZAŠTITNA OPREMA RADNIKA

Različiti procesi navedeni ranije dovode do topline, prskanja rastopljenog metala, prašinu, buku, vibracije, gasove i pare u okruženju livnice. Ako se ove opasnosti ne kontrolišu ili ako su u zatvorenom stanju, može doći do ozbiljnih zdravstvenih efekata kod izloženih radnika. U livnici tokom procesa livenja metala nastaje više vrsta zagađivača vazduha, koji mogu biti opasni po zdravlje radnika i okolinu. Ovo su neki od najčešćih zagađivača:

1. Prašina (čestice)
   - *Silicijska prašina* **-** (najopasnija; nastaje pri obradi kalupa i jezgra od pjeska),
   - *Metalna prašina* **-** (nastaje od brušenja, pjeskarenja i obrade odlivaka) i
   - *Grafitna, ugljena ili pepelasta prašina* **-** (nastaje iz goriva ili aditiva).
2. Gasovi i pare
   - *Ugljen - monoksid (CO)* **–** iz nepotpunog sagorijevanja (npr. pri topljenju u kupolnoj peći),
   - *Ugljen – dioksid (CO2***)** – nusprodukt sagorijevanja,
   - *Sumpor – dioksid (SO2)* – iz peći koje koriste koks ili u prisustvu sumpora u pjesku,
   - *Azotni oksidi (NOx)* – nastaju na visokim temperaturama,
   - *Hlorovodonik (HCI) i flurovodonik (HF)* – mogu se javiti pri topljenju nekih specijalnih legura.

Plućna bolest silikoza može nastati usljed dugotrajne izloženosti prekomjernim koncentracijama udisljive, slobodne kristalne silicijske prašine. Ova prašina se stvara tokom miješanja, oblikovanja, razbijanja kalupa i naknadne obrade, kao i tokom pripreme pijeska za ponovnu upotrebu. Pored prašine, zrak u livnicama može sadržavati potencijalne iritanse poput formaldehida, furfuril alkohola, izocijanata, raznih amina i fenola. Ovi zagađivači se prvenstveno stvaraju tokom procesa izrade jezgri i oblikovanja, i mogu iritirati oči i respiratorni trakt. Neke vrste tvrdog drveta koje se koriste u izradi modela mogu ispuštati proizvode koji kod izloženih radnika mogu izazvati astmu. Isparenja iz različitih smola mogu izazvati ozbiljne alergijske reakcije.

Ugljen monoksid se proizvodi u značajnim količinama u različitim vrstama peći. Također može biti oslobođen prilikom izlivanja rastopljenog metala. Udahnuti ugljični monoksid sprječava krv da nosi normlanu količinu kisika. Izloženost koncentracijama od 500 do 1000 dijelova na milion (ppm) tokom otprilike 30 minuta može izazvati glavobolju, ubrzano disanje, mučninu, vrtoglavicu i mentalnu konfuziju. Izloženost višim koncentracijama može dovesti do pojave

simptoma nakon nekoliko minuta, ili može brzo izazvati nesvjesticu bez ikakvih ranih simptoma. Tokom procesa livenja metala, posebno tokom topljenja i izlivanja, mogu se stvarati različite metalne pare. Pare olova, magnezija, cinka, aluminija, kadmija, kositra i verilija često su prisutne u livnicama obojenih metala. Oksid željeza je glavna para koja se stvara u procesima obrade željeza i čelika. „Groznica metalnih para“ može nastati kao posljedica izloženosti ovim zagađivačima. To je akutna bolest kratkog trajanja koja počinje nekoliko sati nakon udisanja metalnih para. Početni simptopmi su slični gripi: mučnina, glavobolja, suho grlo i kašalj, te bolovi u mišićima. Kasnije se mogu javiti groznica i znojenje. Oporavak obično nastupa unutar 24 sata nakon prestanka izloženosti. Postoje dokazi od strane Međunarodne agencije za istraživanje raka (International Agency for Research on Cancer) da radnici u livnicama željeza i čelika mogu imati povećan rizik od razvoja raka pluća. Tačna supstanca odgovorna za to nije identifikovana, ali se čini da su rizici povezani sa prisustvom prašine i/ili para u atmosferi livnice. [5]

Iz tog razloga uvode se posebne mjere kako bi radnici zaštitili respiratorne organe od izlaganja štetnim gasovima, parama i prašini. Te mjere su sljedeće:

1. Korištenje odgovarajući respiratora (maski) za disanje sa posebnim filterima,
2. Uvođenjem opšte i lokalne ventilacije,
3. Organizacione mjere u smislu rotacije radnika i redovnog mjerenja kvaliteta zraka i
4. Tehničke mjere u smislu korištenja zatvorenih sistema za transport materijala kao i zamjena štetnijih materijala manje opasnim gdje to moguće i korištenje modernijih filterskih sistema. [6]



Slika 2. Zaštitna polumaska sa bajonet zamjenjivim filterima, HM175 (lijevo) i PAPR Sistem Sentinel XL S-3000-01-B (desno)
Izvor: https://eshop.wurth.ba/A/bs-ba/Artikal/Sifra/0899%20175000/polumaska-lakir-hm175-dvostr-priklj

Zatim u livnicama postoji velika opasnost od buke koja može biti prekomjerna. Istraživanja u livnicama su pokazala da operacije čišćenja, obrade i otresanja stvaraju značajne nivoe buke, s potencijalno štetnim utjecajem na sluh radnika koji su izloženi. Osim radnika direktno uključenih u ove procese, i osobe koje rade u njihovoj blizini mogu biti izložene nivou buke koji znatno prelazi 85 dB(A). Utvrđeno je da su neki radnici na poslovima obrade izloženi buci većoj i od 100 dB(A). Također, pneumatski alat za brušenje i uklanjanje materijala koji se koriste pri obradi ohlađenih odlivaka mogu izazvati zdravstvene probleme uzrokovane vibracijama kod radnika koji ih koriste. Prema tome, zaštita od buke uključuje:

1. Lična zaštitna oprema
    - *Zaštitne slušalice i čepići za uši:* Preporučuju se kada je izloženost buci između 80 i 85 dB, a obavezni su kada nivo buke prelazi 85 dB.
2. Tehničke mjere
    - *Akustičke barijere i izolacija:* Ugradnja zvučnih barijera i izolacija radnih prostora može značajno smanjiti nivo buke.
    - *Održavanje i zamjena opreme:* Redovno održavanje mašina i zamjena zastarjele opreme može smanjiti generisanu buku. [7]



Slika 3. Zaštitne slušalice i spužvasti čepići za uši (anrifoni)
Izvor: https://unikomerc.ba/stihl-zastitne-slusalice-concept-24-2

Dok zaštita od vibracija u livnicama uključuje:

1. Lična zaštitna oprema
    - *Antivibracione rukavice:* Smanjuju prenos vibracija na ruke radnika, posebno pri radu sa ručnim alatima.

2. Tehničke mjere
    - *Izolacija vibracija:* Ugradnja antivibracionih podloga i izolacija mašina može smanjiti prenos vibracija na strukture i radnike.
    - *Održavanje opreme:* Pravilno balansiranje i održavanje mašina smanjuju generisanje vibracije. [8]



Slika 4. Antivibracijske rukavice ARKAD
Izvor slike: https://www.lacuna.hr/proizvodi/antivibracijske-rukavice/antivibracijska-rukavica-arkad/010804002

I najveća opasnost za radnike livnice jesu visoke temperature koje nastaju pri procesu topljenja i livenja metala. Radnici su izloženi ekstremnim uslovima koji mogu dovesti do ozbiljnijih zdravstvenih problema ako se ne primjene odgovarajuće mjere zaštite. Dugotrajna izloženost može dovesti do ozbiljnijih stanja kao što su toplotna iscrpljenost ili toplotni udar. Prema tome, radnici u livnicama koriste specijalnu zaštitnu opremu da bi se zaštitili od velike toplote, zračenja i rastopljenog metala. Najčešće se koristi odjeća od vatrostalnih materijala kao što su aramidna vlakna (npr. Nomex, Kevlar) ili specijalne alumizirane tkanine koje reflektuju toplotu, koristi se i koža, vatrootporni pamuk, staklena vlakna, PBI (polibenzimidazolno vlakno), staklena vlakna, specijalni premazi i slojevi (silikonski premazi, poliuretanski premaz ili keramičke obloge). Posebnu pažnju treba obratiti na aluminiziranu odjeću jer ona ima odlična vatrootporna svojstva. Na tkaninu kao što su aramidna vlakna

dodaje se specijalni premaz od aluminijuma. Ovaj aluminizirani sloj omogućava odbijanje (refleksiju) 90% zračenja visoke temperature. Zbog toga prilikom ručnog izlivanja rastopljenog metala gdje je toplota najveća preporučuje se aluminizirana kuta koja reflektuje toplotu, pa tijelo upija mnogo manje toplote. Naravno prilikom izlivanja dolazi do prskanja iskri iz liva, pa se glatkoća površine ovog odjela pokazala odlična, jer se kapljice odbijaju i klize sa aluminizirane površine.



Slika 5. Aluminizirano odijelo
Izvor: https://www.tehnickazastita.com/lat/sadr%C5%BEaj/aluminijumsko-odijelo-za-ulazak-u-vatru

Važno je pomenuti da treba zaštiti glavu i lice. Za zaštitu glave i lica radnici obično trebaju da koriste šljem kada postoji rizik od pada predmeta sa visine ili kada rade nešto iznad sebe. Livnički šljemovi često su od visokootpornog polikarbonata ili specijalnih polimera otpornih na toplotu. Nekad imaju dodatnu toplotnu izolaciju unutra. Koriste se i aluminizirane kapuljače (sa ili bez šljema) može se nositi preko šljema ili kao dio čitavog aluminiziranog odijela, vizir koji ima glavnu ulogu u zaštiti lica od toplote. Pravi se od otrpornog polikarbinata ili od posebnog stakla, može imati zlatni premaz da reflektuje toplotu. Može biti fiksiran za kacigu ili kao samostalni štit koji se stavlja na glavu, te zaštitne naočale koje štite oči od prašine, dima, varnica i sl. Često imaju premaz protiv zamagljivanja i UV zaštitu.
Obuća koju radnici nose je jako bitna stvar posebno ukoliko dođe do prosipanja rastopljenog metala tu su noge među najugroženijim dijelovima tijela. Također treba da štiti nogu od udaranja, klizanja pa čak i od hemikalija. Najčešće se koriste cipele ili čizme sa čeličnom kapom (S3 stadard ili viši). Đon treba da je

otporan na toplotu (čak do 300°C), i sve to mora biti bez mogućnosti da metal upadne u obuću. [9]

5. ZAŠTITA OKOLIŠA I RECIKLAŽA U LIVNICAMA

Livnice predstavljaju industrijsku granu koja nosi značajne izazove za zaštitu okoliša zbog visokih emisija štetnih gasova, velike potrošnje energije i generisanja otpada. Kroz implemetaciju održivih praksi moguće je smanjiti negativan utjecaj na okoliš, a također i unaprijediti ekonomsku efikasnost prizvodnje. U današnjem poslovnom okruženju, ekološki aspekt postaje ključan u industiji livnica.

U procesu livenja metala, posebice u visokotemperaturnim pećima, dolazi do emisije različitih štetnih gasova, poput ugljen-dioksida (CO2), sumpor-dioksida (SO2), te čestica prašine. Mjere za smanjenje emisija uključuju:

- *Instalacija sistema za filtraciju i ventilaciju:* Korištenje naprednih ventilacijskih sistema, kao i filtracijskih uređaja koji mogu značajno smanjiti emisiju čestica i gasova u atmosferu.
- *Korištenje energetski efikasnih peći i tehnologija:* Implementacija električnih peći za topljenje metala umjesto fosilnih goriva smanjuje emisije ugljen-dioksida i potrošnju energije.
- *Zeleni certifikati i ekološke oznake:* Livnice koje zadovoljavaju međunarodne ekološke standarde i smanjuju emisije često stiču certifikate kao što su ISO 14001, što potvrđuje njihovu posvećenost očuvanju okoliša.

Integracija obnovljivih izvora energije u industrijske procese postaje sve važnija u nastojanju smanjenja emisija CO_2 i drugih zagađivača. Livnice se okreću sljedećim tehnologijama:

1. Solarna energija

Mnoge livnice, posebno u regijama s visokim brojem sunčanih dana, instaliraju solarne panele na krovovima svojih objekata kako bi smanjile potrošnju električne energije iz fosilnih izvora. Ova praksa ne samo da smanjuje emisije CO_2, već i dugoročno smanjuje operativne troškove.

2. Vjetroenergija

Livnice u područjima s povoljnim vjetrovnim uvjetima koriste vjetroturbine za proizvodnju električne energije. Ova praksa omogućava smanjenje ovisnosti o tradicionalnim izvorima energije i doprinosi smanjenju emisija stakleničkih plinova.

3. Biomasa
Korištenje biomase kao goriva u livnicama predstavlja održivu alternativu fosilnim gorivima. Biomasa, poput drvne pilote ili poljoprivrednih ostataka, može se koristiti za proizvodnju toplinske energije potrebne u procesima topljenja metala.
4. Hidroenergija
Neke livnice koriste hidroelektričnu energiju kao pouzdan i čist izvor električne energije. Ova praksa je posebno prisutna u regijama s razvijenom hidroenergetskom infrastrukturom.
5. Zeleni vodik
Zeleni vodik, proizveden elektrolizom vode korištenjem obnovljive energije, predstavlja potencijalno gorivo za visokotemperaturne procese u livnicama. Njegova primjena može značajno smanjiti emisije CO_2 u industriji.
Prednosti korištenja obnovljivih izvora energije u livnicama:

- Smanjenje emisija stakleničkih plinova: Zamjena fosilnih goriva obnovljivim izvorima energije direktno smanjuje emisije CO_2 i drugih štetnih plinova.
- Smanjenje operativnih troškova: Iako početna ulaganja mogu biti značajna, dugoročno korištenje obnovljivih izvora energije može smanjiti troškove energije.
- Povećanje energetske neovisnosti: Korištenjem lokalno dostupnih obnovljivih izvora energije, livnice mogu smanjiti ovisnost o uvozu fosilnih goriva.
- *Poboljšanje imidža kompanije:* Implementacija održivih praksi može poboljšati percepciju kompanije među klijentima i partnerima. [10]

Recikliranje je postupak izdvajanja materijala iz otpada i njegova ponovna upotreba. Uključuje prikupljanje, izdvajanje, preradu i izradu novih proizvoda iz iskorištenih stvari ili materijala. Prije same obrade otpad se razdvaja prema vrstama otpadaka u postrojenjima za razvrstavanje otpada. Jedan od najvažnijih aspekata zaštite okoliša u livnicama je reciklaža metala i drugih materijala. Reciklaža pomaže smanjenju potrošnje resursa i minimizira nastanak otpada. Metal se može reciklirati više puta, a na taj se način uštedi i do pet tona biokista i potroši 20 puta manje energije.
Reciklaža livačkog pijeska
Pijesak je ključni materijal u livnicama, koristi se za izradu kalupa i jezgri. Nakon višekratne upotrebe, pijesak gubi potrebna svojstva i postaje otpad. Međutim, pravilnim tretmanom, ovaj pijesak može se reciklirati i koristiti u različite svrhe kao što su:

- Građevinska industrija gdje se reciklirani pijesak koristi kao zamijena za fini agregat u asfaltu, betonu, ciglama i cemetu.
- Zemljani radovi u kojima se koristi kao strukturni materijal za temelje puteva, zgrada i parkinga.
- U poljoprivredi se miješa sa organskim materijalima, reciklirani pijesak poboljšava strukturu tla i koristi se u proizvodnji komposta.

Važno je napomenuti da većina korištenog livačkog pijeska nije klasificirana kao opasan otpad, što olakšava njegovu ponovnu upotrebu.

Reciklaža metalnog otpada
Livnice generiraju značajne količine metalnog otpada, uključujući ostatke od lijevanja, neispravne proizvode, stari alat i dr. Takav otpad se može reciklirati sa ponovnim topljenjem starog otpadnog matela, čime se smanjuje potreba za novim sirovinama. Prije topljenja veći komadi se usitnjavaju, razvrstavaju po vrsti metala (npr. čelik, liveno gvožđe, aluminij), odstranjivaju se nečistoće (ulja, boje, žbuke) te se površine metala čiste pjeskaranjem, zagrijavanjem ili mehaničkim sredstvima. Reciklaža metala je od velikog značaja kako ekološkog tako i ekonomskog.
Ekološki značaj je taj da se smanjuje rudarenje i eksploatacija prirodnih resursa, stvara se manje otpada na deponijama, manje emisije CO2, smanjuje se potrošnja energije (npr. za aluminij se troši 95% manje energije pri reciklaži nego kod proizvodnje iz rude). A kod ekonomskih koristi stvaraju se niži troškovi proizvodnje, manja potreba za skladištenjem otpada i prodaja viška otpadnog metala sekundarnim tržištima. [11]

6. ZAKLJUČAK

Industrija livenja metala ima izuzetno važnu ulogu u modernom privrednom razvoju jer omogućava proizvodnju ključnih komponenti za različite sektore – od građevinarstva i mašinstva, do automobilske i energetske industrije. Međutim, livnice su i među najopasnijim radnim okruženjima zbog brojnih faktora rizika koji svakodnevno ugrožavaju zdravlje i sigurnost zaposlenih. Upravo zbog toga, zaštita na radu u livnicama mora biti prioritet svakog odgovornog poslodavca i menadžmenta.
Kao što je prikazano kroz ovaj rad, opasnosti s kojima se radnici susreću su višestruke i međusobno povezane. Visoke temperature i intenzivan fizički rad dovode do toplotnog stresa, dok prašina, gasovi i pare mogu izazvati respiratorne, pa čak i kancerogene posljedice. Buka i vibracije negativno utiču

na sluh, koncentraciju i opšte zdravlje, dok opasnosti od požara i eksplozija zahtijevaju stalnu pripravnost i sistemsku zaštitu. Svaki od ovih faktora zahtijeva specifične mjere prevencije, kao što su upotreba lične zaštitne opreme, implementacija ventilacionih sistema, termičke izolacije, zaštite od buke i vibracija, kao i edukacija zaposlenih o pravilnim procedurama i hitnim intervencijama.

Pored direktne zaštite radnika, u savremenim uslovima sve veći značaj dobija i zaštita životne sredine. Livnice tradicionalno imaju velik uticaj na okolinu zbog emisije štetnih materija, potrošnje energije i proizvodnje otpada. Međutim, savremeni koncepti održivog razvoja uvode sve više rješenja kao što su korištenje obnovljivih izvora energije (solarna, vjetro, hidro i bioenergija), smanjenje emisija, reciklaža metala i uvođenje ekološki prihvatljivih tehnologija.

Na osnovu obrađenih tema može se zaključiti da integrisan i sistematičan pristup zaštiti na radu ne samo da smanjuje broj povreda i profesionalnih oboljenja, već pozitivno utiče i na produktivnost, moral zaposlenih i reputaciju preduzeća. Zaštita na radu u livnicama nije trošak, već investicija u ljude, kvalitet i budućnost industrijske proizvodnje.

LITERATURA

[1] Mirandre (2019); *Livnice – Livenje metala za sva vremena*; [internet] dostupno na: https://www.mirandre.com/blog/livnice-livenje-metala-delatnost-za-sva-vremena

[2] Oteplace; *Foundry PPE Requirements For Effective Hazard Prevention*; [internet] dostupno na: https://www.oteplace.com/en/blog-foundry-ppe-requirements-for-effective-hazard-prevention

[3] Repozitorij; *Procjena rizika od fizikalnih štetnosti u ljevaonicama*; [internet] dostupno na: https://repozitorij.simet.unizg.hr/islandora/object/simet%3A443/datastream/PDF/view

[4] Reliance Foundry; *What is a Foundry?*; [internet] dostupno na: https://www.reliance-foundry.com/blog/what-is-a-foundry?

[5] National Occupational Health and Safety Commission; *„FOUNDRY HEALTH HAZARDS“*, [internet] dostupno na: https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/foundryhealthhazards_1989_pdf.pdf

[6] Profit from safety; Respiratory Protection in Foundries: Reducing Silica and Dust Exposure; [internet] dostupno na:

https://profitingfromsafety.com/respiratory-protection-in-foundries-reducing-silica-and-dust-exposure/
[7] Repozitorij; *Buka u industriji;* [internet] dostupno na: file:///C:/Users/pc/Downloads/ivica_dosen.pdf
[8] CCOHS; Vibration - Measurement, Control and Standards; [internet] dostupno na: https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/vibration/vibration_measure.html
[9] SafeOpedia; Working Safely with High Temperatures; [internet] dostupno na: https://www.safeopedia.com/working-safely-with-high-temperatures/2/6551
[10] SME; Sustainable, manufacturing and expo; [internet] dostupno na: https://www.sustainablemanufacturingexpo.com/en/articles/sustainable-practices-foundries.html
[11] Waupaca; Sustainable Resolve; [internet] dostupno na: https://waupacafoundry.com/blog/sustainable-resolve-recycling-today

KOMPARATIVNA ANALIZA TRAMVAJSKOG SAOBRAĆAJA U SARAJEVU I ZAGREBU

COMPARATIVE ANALYSIS OF TRAM TRAFFIC IN SARAJEVO AND ZAGREB

Stručni rad / Professional paper

Doc. dr. Nermin Palić*

Naida Mutapčić, studentica*

Doc.dr. Goran Matijević*

v. pred. Neven Šipić*

Sažetak

Ovaj rad prikazuje komparativnu analizu tramvajskog saobraćaja u Sarajevu i Zagrebu, s fokusom na tehničke karakteristike, mrežnu infrastrukturu, frekvenciju polazaka, kapacitet vozila i kvalitet usluge. Analizirani su historijski razvoj sistema, trenutni operativni izazovi, te potencijalne mogućnosti unapređenja saobraćajne mreže u oba grada. Posebna pažnja posvećena je uticaju tramvajskog saobraćaja na održivu urbanu mobilnost i smanjenje emisije štetnih gasova. Rezultati analize mogu poslužiti kao osnova za donošenje strateških odluka u oblasti javnog prevoza.

Ključne riječi*: tramvajski saobraćaj, javni prevoz, urbana mobilnost, održivi transport, Sarajevo, Zagreb*

Abstract

This paper presents a comparative analysis of tram traffic in Sarajevo and Zagreb, focusing on technical characteristics, network infrastructure, service frequency, vehicle capacity, and service quality. The study examines the historical development of the systems, current operational challenges, and potential opportunities for improving the transport network in both cities. Special attention is given to the impact of tram traffic on sustainable urban mobility and the

* Visoka škola “CEPS-Centar za poslovne studije” Kiseljak, email: nermin.palic@ceps.edu.ba

* Visoka škola “CEPS-Centar za poslovne studije” Kiseljak, email: nmutapcic1@gmail.com

* Načelnik Policijske postaje Požega, email: gmatijevic1974@gmail.com

* Poslovno veleučilište Zagreb, email: neven.sipic@pvzg.hr

reduction of harmful gas emissions. The findings can serve as a basis for strategic decision-making in the field of public transport.

***Keywords**: tram traffic, public transport, urban mobility, sustainable transport, Sarajevo, Zagreb*

1. UVOD

Tramvajski saobraćaj jedan je od najstarijih oblika javnog prevoza u urbanim sredinama, s važnom ulogom u održivom razvoju gradova. Osim što smanjuje ovisnost o automobilima, doprinosi smanjenju emisija štetnih plinova, rasterećenju saobraćajnica i poboljšanju kvaliteta života. Poređenje sistema u Sarajevu i Zagrebu posebno je značajno jer oba grada imaju dugu tradiciju, ali i različite pristupe razvoju i organizaciji.
Sarajevski tramvajski sistem, jedan od najstarijih u Evropi, pokrenut je 1885. godine i postao je prepoznatljiv dio grada. Zagrebački sistem, s prvom električnom linijom iz 1910. godine, danas se ubraja među najrazvijenije u regiji, s modernom infrastrukturom i vozilima.
Cilj rada je uporediti ova dva sistema kroz analizu historijskog razvoja, trenutnog stanja, načina upravljanja, korisničkog iskustva i uticaja na okoliš. Poseban fokus stavljen je na identifikaciju prednosti i nedostataka, kao i na mogućnosti unapređenja tramvajskog saobraćaja u oba grada. Rezultati mogu poslužiti kao smjernice za planiranje održivog javnog prevoza.

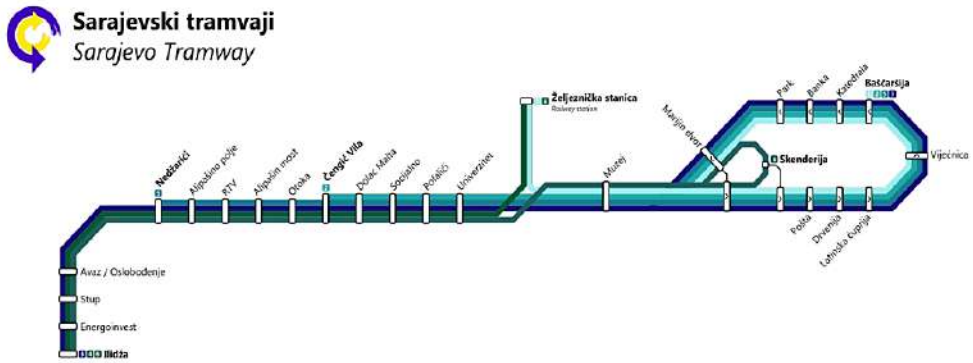
2. MREŽA I TRENUTNO STANJE TRAMVAJSKOG SAOBRAĆAJA

2.1. Sarajevo

Tramvajski sistem u Sarajevu danas broji šest linija koje povezuju ključne dijelove grada i ukupno 28 stanica. Linije su numerisane od 1 do 6, a najvažnije su one koje povezuju centar grada s predgrađima, poput Ilidže i Baščaršije.[28]
Sarajevo, površine 142 km^2 sa oko 388.000 stanovnika (2025), ima tramvajsku mrežu ukupne dužine oko 22,9 km, što pokriva otprilike 15 do 20% gradskog područja. Zbog specifičnog geografskog položaja, ostale dijelove grada uglavnom povezuju autobusi i trolejbusi. Tramvaji povezuju većinu urbanih dijelova, naročito istočni i zapadni dio grada smještenog u dolini rijeke Miljacke. Ipak, neke periferne zone su slabije povezane, jer mreža nema dovoljno dodatnih linija, posebno u novijim naseljima.

[28] GRAS, *Godišnji izvještaj o radu za 2023. godinu*, Sarajevo, 2024., str. 15.

Glavna čvorišta tramvajskog sistema su Marijin Dvor, Skenderija, Baščaršija i Ilidža. Marijin Dvor je prometno središte gdje se ukrštaju linije zapadnog i istočnog dijela grada, uz prisustvo i autobusnih linija.[29] Skenderija povezuje središte sa južnim dijelom grada, dok Baščaršija predstavlja historijski i turistički centar. Ilidža je najudaljenija tačka tramvajskog sistema na krajnjem istoku.



Slika 1. Tramvajske stanice i okretaljke u Sarajevu
Izvor: GRAS Sarajevo, 2025.

Frekvencija vožnje varira ovisno o vremenu dana i liniji: u špicama tramvaji voze na svakih 10 do 15 minuta, a izvan špice i do 20 do 30 minuta. Kapacitet tramvaja je ograničen, što u jutarnjim i poslijepodnevnim špicama dovodi do pretrpanosti, naročito na liniji Ilidža – Baščaršija, najdužoj i najfrekventnijoj (od 5:00 do 23:30 sati). Ostale linije voze od 6:00 do 17:30 ili do 22:30 sati, a na krajnjim stanicama nalaze se okretaljke.

Najveće gužve su u jutarnjem periodu od 07:00 do 09:00 i popodnevnom od 16:00 do 18:00, dok van tih sati saobraćaj protiče uglavnom bez kašnjenja. Kašnjenja su najčešća na dionicama gdje tramvaj nema zaseban kolovoz, već dijeli saobraćaj sa ostalim vozilima, posebno na relaciji Marijin Dvor – Baščaršija.

Tabela 1. Neke od prosječnih vrijednosti tramvajskog sistema u Sarajevu

Kategorija	**Vrijeme izvan špice**	**Vrijeme špice**
Prosječno vrijeme trajanja putanje (Ilidža - Baščaršija)	cca 30 min	cca 40 min
Prosječno vrijeme čekanja tramvaja	cca 10 - 15 min	cca 5 - 10 min
Prosječno vrijeme zadržavanja na stanici	cca 1 - 2 min	cca 2 min
Prosječna brzina kretanja tramvaja		cca 18 - 20 km/h

[29] Tramvajska mreža Sarajeva", https://gras.ba/

Vozni park sastoji se uglavnom od tramvaja proizvedenih u Čehoslovačkoj i Njemačkoj, s dominantnim modelima ČKD Tatra K2 i ČKD Tatra K4 iz 1970-ih i 1980-ih godina. Iako su stari, tramvaji su održavani i funkcionalni.[30] Godine 2023. dodano je 15 novih niskopodnih tramvaja TANGO NF3, proizvedenih od strane švicarske kompanije Stadler. Novi tramvaji imaju tri vagona, klimatizirani su, s kapacitetom od 180 putnika (79 sjedećih mjesta)[31], maksimalnom brzinom od 70 km/h, te su pristupačni osobama sa invaliditetom. Vozni park GRAS-a trenutno broji oko 50 tramvaja, uključujući 15 TANGO NF3 modela.

Tabela 2. Tehničke karakteristike tramvaja u Sarajevu

Karakteristika	ČKD Tatra K2	Düwag GT8	TANGO NF3
Proizvođač	ČKD (Čehoslovačka)	Düwag (Njemačka)	Stadler (Švicarska)
Godina proizvodnje	1970-1980	1960-1970	2020+
Dužina	~20,3 m	~28,0 m	~33,0 m
Širina	~2,5 m	~2,5 m	~2,65 m
Visina	~3,1 m	~3,1 m	~3,4 m
Težina (prazan)	~28 t	~35 t	~40 t
Kapacitet putnika	~120-150	~200	~250
Maksimalna brzina	~65 km/h	~70 km/h	~80 km/h
Pogon	Električni	Električni	Električni
Niskopodni dizajn	Ne	Ne	Da
Pristupačnost	Ograničena	Ograničena	Prilagođen za invalide
Klimatizacija	Ne	Ne	Da
Energetska učinkovitost	Niska	Srednja	Visoka
Potrošnja energije	~3,5 kWh/km	~4,0 kWh/km	~2,8 kWh/km

Tramvajska infrastruktura obuhvata šine, stanice, električnu mrežu, signalizaciju, remize i održavanje. Većina je izgrađena u socijalističkom periodu, dok je od 2022. do 2024. izvršena kompletna rekonstrukcija pruge.[32] Također su obnovljene stanice Otoka i Nedžarići. Stanice su jednostavne, s ograničenim sadržajima, poput klupa i nadstrešnica.

Tramvajska pruga većim dijelom ima zaseban kolovoz, ali oko 5 km pruge je u nivou sa ostalim saobraćajem, što usporava tramvaje i uzrokuje kašnjenja. Implementiran je adaptivni sistem upravljanja saobraćajem (ATMS) od 2021.

[30] GRAS Sarajevo. (2023). Izveštaj o stanju i radu javnog prijevoza. Preuzeto s https://www.gras.ba

[31] GRAS Sarajevo. (2023). Uvođenje novih tramvaja Stadler u sarajevski vozni park. Preuzeto s https://www.gras.ba

[32] Federalna televizija (FTV). (2024). "Završena rekonstrukcija tramvajskih pruga u Sarajevu"

godine koji upravlja semaforima na 165 raskrsnica, dajući prioritet tramvajima radi smanjenja kašnjenja.[33]



Slika 2. Nova tramvajska stanica na Otoci
Izvor: Klix.ba, 2021.



Slika 3. Područje prostiranja tramvajske pruge u Sarajevu
Izvor: obrada autora na osnovu podataka iz Google Earth-a (2025).

Karte se mogu kupiti na kioscima ili kod vozača, što dodatno utiče na vrijeme putovanja. Cijene variraju u zavisnosti od vrste i broja vožnji. Za stanovnike Kantona Sarajevo postoji i SmArtCARD sa mjesečnim nadoplatama, prilagođena različitim kategorijama korisnika. Od ove godine dostupna je i mobilna aplikacija "Javni prevoz KS" koja nudi pregled redova vožnje i online kupovinu karata za sve vidove javnog prevoza u Kantonu Sarajevo.

[33] Raport.ba, objavljeno 8. studenog 2023., pristupljeno [20. juni 2025.], https://raport.ba/sarajevo-konacno-dobiva-adaptivno-upravljanje-saobracajem-guzve-se-smanjuju-za-cak-30-posto/.

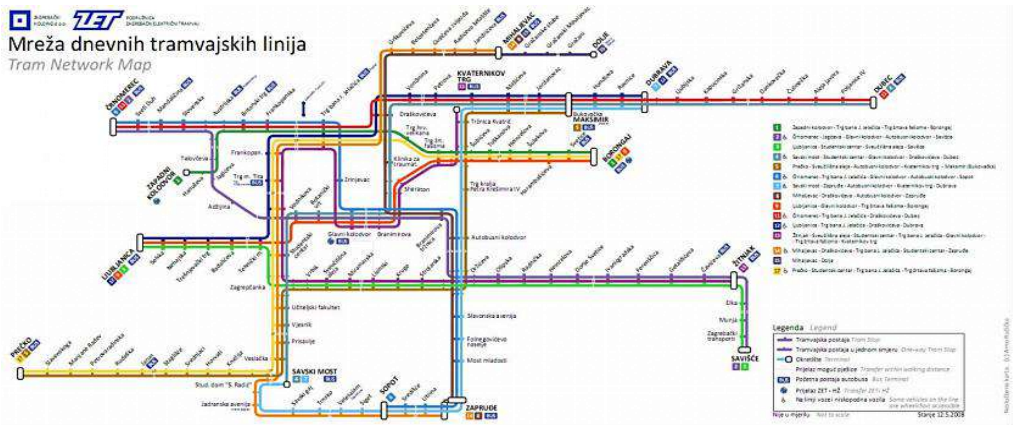
Tabela 3. Cijene tramvajskih karata u Sarajevu

Broj	Vrsta karata	Cijena bez PDV-a (KM)	PDV	Cijena sa PDV-om (KM)
1.	Magnetna karta 1 vožnja	1,54	0,26	1,80
2.	Magnetna dječja	0,77	0,13	0,90
3.	Magnetna karta 1 vožnja kod vozača	1,54	0,26	1,80
4.	Magnetna dječja kod vozača	0,77	0,13	0,90

Izvor: Javni prevoz KS, 2025.

2.2. Zagreb

Zagrebački tramvajski sistem jedan je od najrazvijenijih u regiji, sa ukupno 17 dnevnih i 4 noćne linije koje pokrivaju gotovo cijeli grad. Linije povezuju centar s predgrađima poput Dubrave, Trnja i Trešnjevke, čineći tramvaj glavnim oblikom javnog prijevoza. Tramvajska mreža duga je oko 116 km i ima oko 250 stanica, što pokriva oko 60% površine grada Zagreba, koji ima oko 800.000 stanovnika i površinu od 641 km^2.[34] Povremene promjene trasa su uobičajene zbog radova ili izvanrednih događaja. Noćne linije ponekad zamjenjuju autobusi zbog održavanja mreže, a povremeno se uvode i privremene izvanredne linije.



Slika 4. Tramvajske stanice i okretaljke u Zagrebu
Izvor: ZET, 2025.

Najvažnija tramvajska čvorišta su Trg bana Josipa Jelačića, Glavni kolodvor, Kvaternikov trg i Savski most. Trg Jelačića je središnje mjesto gdje se spajaju

[34] ZET - Zagrebački električni tramvaj (2024). "Red vožnje tramvaja". Službena stranica. Dostupno na: https://www.zet.hr/red-voznje/tramvaji

linije koje povezuju centar s ostalim dijelovima grada. Glavni kolodvor povezuje Zagreb s ostatkom Hrvatske i Europe, dok Kvaternikov trg i Savski most služe kao važna poveznica istočnog i zapadnog, odnosno sjevernog i južnog dijela grada.

Zagrebački vozni park čini oko 263 tramvaja, od kojih je 142 niskopodna i prilagođena osobama s invaliditetom.[35] Tramvaji TMK 2200 i TMK 2300 moderni su i energetski efikasni, s klima-uređajima i udobnim sadržajima za putnike. Početkom 2025. godine planirano je puštanje u promet 20 novih niskopodnih tramvaja NT 2400.

Tabela 4. Tehničke karakteristike tramvaja u Zagrebu

Karakteristika	**TMK 2200**	**TMK 2100**	**NT 2200 (Dijamant)**
Proizvođač	Končar (Hrvatska)	Končar (Hrvatska)	ČKD (Češka)
Godina proizvodnje	2005-2012	1994-1997	2005-2010
Dužina	~33,0 m	~28,0 m	~31,0 m
Širina	~2,5 m	~2,5 m	~2,5 m
Visina	~3,4 m	~3,4 m	~3,4 m
Težina (prazan)	~40 t	~35 t	~38 t
Kapacitet putnika	~220	~180	~220
Maksimalna brzina	~70 km/h	~65 km/h	~70 km/h
Pogon	Električni	Električni	Električni
Niskopodni dizajn	Da	Ne	Da
Pristupačnost	Prilagođen za invalide	Ograničena	Prilagođen za invalide
Klimatizacija	Da	Ne	Da
Energetska učinkovitost	Visoka	Srednja	Visoka
Potrošnja energije	~2,5 kWh/km	~3,0 kWh/km	~2,6 kWh/km

Infrastruktura tramvajskog sistema je dobro održavana i modernizirana. Stanice su uglavnom opremljene elektronskim panelima, klupama i natkrivenim prostorima, iako neke još nisu obnovljene. Oko 40-50% pruge ima zaseban kolovoz, što doprinosi efikasnosti i minimalnim kašnjenjima.

[35] ZET - Godišnje izvješće za 2023. godinu (2024), str. 17, "Stanje voznog parka", dostupno na: https://www.zet.hr/o-nama/izvjesca-i-nacrti

Tramvaji u Zagrebu voze često, naročito u špici kada intervali iznose 5-10 minuta, a izvan špice 10-15 minuta. Kapacitet tramvaja je oko 200 putnika, što uz visoku frekvenciju pruža efikasan javni prijevoz.[36]



Slika 5. Tramvajska pruga koja prolazi kroz centar Zagreba
Izvor: ZGportal.com, 2025.

Tabela 5. Neke od prosječnih vrijednosti tramvajskog sistema u Zagrebu

Kategorija	**Vrijeme izvan špice**	**Vrijeme špice**
Prosječno vrijeme trajanja prijevoza (Glavni kolodvor - Dubrava)	cca 35 min	cca 40 min
Prosječno vrijeme čekanja tramvaja	cca 10 - 15 min	cca 5 - 10 min
Prosječno vrijeme zadržavanja na stanici	cca 1 - 2 min	cca 1 - 2 min
Prosječna brzina kretanja tramvaja	cca 20 - 25 km/h	

Karte za tramvajsku vožnju mogu se kupiti na kioscima ili kod vozača, a cijene variraju prema vrsti karte i mjestu kupovine. Pojedinačne dnevne karte (valjanost 30 minuta) koštaju 0,53 EUR na kiosku, odnosno 0,80 EUR kod vozača. Postoje i višednevne karte, kao i mjesečni i godišnji pretplatni kuponi.

Tabela 6. Cijene prijevoza na području Grada Zagreba

Pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 30 minuta)	0,53 EUR	Pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 30 minuta)	0,80 EUR
Pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 60 minuta)	0,93 EUR	Pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 60 minuta)	1,33 EUR

[36] ZET (2024). "Red vožnje - tramvaji". Službene stranice ZET-a. Dostupno na: https://www.zet.hr/red-voznje/tramvaji

Pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 90 minuta)	1,33 EUR	Pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 90 minuta)	1,99 EUR
Pojedinačne karte u noćnom prometu	1,99 EUR	Pojedinačne karte u noćnom prometu	1,99 EUR
Dnevna karta	3,98 EUR	Dnevna karta	3,98 EUR
Cijena karata na kiosku		**Cijena karata kod vozača**	

Mjesečni i godišnji pretplatni kuponi omogućuju korištenje javnog prijevoza ZET-om i Hrvatskim željeznicama (HŽ), s različitim kategorijama za učenike, studente, penzionere i socijalne korisnike. Tramvajski sistem Zagreba podržava i mobilnu aplikaciju „Moj ZET“ koja omogućava praćenje voznog reda i kupovinu karata u digitalnom obliku.

2.3. Komparativna analiza ključnih pokazatelja

Zagreb ima znatno više tramvajskih linija (17) nego Sarajevo (7), što odražava bolju pokrivenost i razvijenost sistema. Dok Zagreb ima bolje povezane periferijske dijelove, Sarajevo uglavnom povezuje stari dio grada i centar s dijelovima u dolini Miljacke.

Oba grada kontinuirano unapređuju vozni park. Sarajevo je 2023. obnovilo tramvaje, a Zagreb je početkom 2025. uveo 20 novih niskopodnih tramvaja. Iako oba koriste i starija vozila, povećanje broja modernih tramvaja doprinosi većoj udobnosti, efikasnosti i smanjenju preopterećenosti.

Infrastruktura je na zadovoljavajućem nivou u oba grada. Sarajevo je u posljednjih pet godina potpuno rekonstruisalo tramvajsku prugu, dok Zagreb redovno održava postojeće pruge i povremeno ih obnavlja. Potrebno je dodatno ulaganje u modernizaciju stanica — uvođenje elektronskih naplatnih mjesta, prikaza dolazaka tramvaja, klupa i natkrivenih prostora za putnike.

Zagreb nudi veću frekvenciju tramvaja, naročito u špici (5-10 minuta), što sistem čini učinkovitijim za svakodnevni prijevoz. Sarajevo ima rjeđu frekvenciju, što često dovodi do gužvi u špice.

Geografski položaj znatno utječe na razvoj tramvajskog saobraćaja. Sarajevo, smješteno u kotlini uz rijeku Miljacku, ima ograničenu mrežu koja pokriva oko 15-20% urbanog područja, dok Zagreb, smješten u nizini, pokriva oko 50-60% svog urbanog područja. Zbog reljefa, Sarajevo koristi dodatno trolejbuski i autobusni saobraćaj za bolje povezivanje dijelova grada. Iako oba grada imaju dobru pokrivenost, Zagreb ima prednost zbog većeg broja linija i bolje povezanosti periferije, dok Sarajevo ima slabije povezane dijelove, posebno na periferiji.

3. ORGANIZACIJA I UPRAVLJANJE TRAMVAJSKIM SAOBRAĆAJEM

3.1. Sarajevo

Tramvajski saobraćaj u Sarajevu vodi Gradski saobraćaj Sarajevo (GRAS), javno preduzeće osnovano 1981. godine. GRAS upravlja tramvajem, autobusima i trolejbusima, te ima odjele za planiranje, održavanje, finansije i korisničke usluge, što omogućava cjelovito upravljanje javnim prijevozom u gradu.[37]
Finansiranje GRAS-a dolazi od prihoda od karata, subvencija Grada Sarajeva[38] i povremeno međunarodnih donacija (npr. EBRD). Prihodi od karata ne pokrivaju operativne troškove, zbog čega su subvencije ključne za funkcionisanje sistema. Ukupni prihodi i rashodi u 2022. bili su oko 40 miliona KM, s najvećim troškovima na plate, održavanje vozila i infrastrukture. Nedostatak stabilnih finansijskih izvora otežava dugoročni razvoj.

Tabela 7. Prikaz prihoda i rashoda GRAS-a u 2022. godini

Kategorija	Podaci	Napomene
Prihodi od karata	~15.000.000 KM	Glavni izvor prihoda, ali nedovoljan za pokrivanje svih troškova.
Subvencije od grada	~20.000.000 KM	Ključne za održavanje sistema.
Ukupni prihodi	~40.000.000 KM	Uključuje prihode od karata, subvencije i ostale izvore.
Rashodi za plate	~12.000.000 KM	Plaće zaposlenih (vozači, tehničko osoblje, administracija).
Održavanje vozila	~8.000.000 KM	Redovno održavanje i popravci tramvaja i autobusa.
Održavanje infrastrukture	~6.000.000 KM	Održavanje pruga, stanica i električne infrastrukture.
Troškovi energije	~5.000.000 KM	Troškovi električne energije za tramvaje.
Investicije	~4.000.000 KM	Ograničene investicije u modernizaciju vozila i infrastrukture.
Ukupni rashodi	~40.000.000 KM	Uravnotežen proračun uz pomoć subvencija.
Broj putnika (godišnje)	~50.000.000	Tramvaji i autobusi zajedno.

GRAS planira modernizaciju infrastrukture i vozila te uvođenje digitalne kupovine karata putem mobilne aplikacije. Također postoji projekt proširenja

[37] Službena stranica GRAS-a: "O nama" (2024). Dostupno na: https://www.gras.ba/o-nama/
[38] Odluka o budžetu Grada Sarajeva za 2024. godinu, Službene novine Grada Sarajeva, br. 10/24 (član o subvencijama za javni prijevoz)

tramvajske mreže prema naseljima Hrasnica, Ilidža i Butmir, povezivanjem ključnih obrazovnih i kulturnih ustanova.[39]

3.2. Zagreb

Zagrebčki tramvaj vodi Zagrebački električni tramvaj (ZET), osnovan 1891. godine. ZET upravlja tramvajskim, autobuskim i žičarskim sistemom te ima strukturirane odjele za sve ključne funkcije upravljanja.[40]
ZET ima stabilniji finansijski model sa značajnim subvencijama Grada Zagreba i pristupom EU fondovima za modernizaciju. Ukupni prihodi i rashodi u 2022. iznosili su oko 172 miliona EUR, s najvećim stavkama na plate, održavanje vozila i infrastrukture te investicije. Iako prihodi od karata nisu dovoljni, subvencije omogućavaju stabilan rad i kontinuiranu modernizaciju.[41]

Tabela 8. Prikaz prihoda i rashoda ZET-a u 2022. godini

Kategorija	Podaci	Napomene
Prihodi od karata	~66.400.000 EUR	Glavni izvor prihoda, ali ne pokriva sve troškove.
Subvencije od grada	~92.900.000 EUR	Ključne za održavanje sistema.
Ukupni prihodi	~172.600.000 EUR	Uključuje sve vrste prihoda.
Rashodi za plate	~53.100.000 EUR	Plate zaposlenih (vozači, tehničko osoblje, administracija).
Održavanje vozila	~26.500.000 EUR	Redovno održavanje i popravka tramvaja.
Održavanje infrastrukture	~19.900.000 EUR	Održavanje pruga, stanica i električne infrastrukture.
Troškovi energije	~13.300.000 EUR	Troškovi električne energije za tramvaje.
Investicije	~39.800.000 EUR	Modernizacija stanica, infrastrukture itd.
Ukupni rashodi	~172.600.000 EUR	Uključuje sve vrste rashoda.
Bilans	~172.600.000 EUR (i prihodi i rashodi)	ZET obično radi s balansiranim proračunom uz pomoć subvencija.

[39] Radiosarajevo.ba, Detalji projekta tramvajske pruge kojom će se Hrasnica povezati sa Sarajevom, objavljeno 31. 1. 2020. Dostupno na: https://radiosarajevo.ba/vijesti/bosna-i-hercegovina/detalji-projekta-tramvajske-pruge-kojom-ce-se-hrasnica-povezati-sa-sarajevom/365217
[40] Zagrebački električni tramvaj – ZET, O nama, dostupno na: https://www.zet.hr/o-nama/povijest-zeta/4
[41] Europska komisija, Kohezijska politika u Hrvatskoj – Projekti u fokusu, dostupno na: https://ec.europa.eu

ZET je u fazi uvođenja 20 novih tramvaja (2025.)[42] te planira obnovu pruga i stanica, uključujući periferne dijelove grada. Uvođenje pametnih tehnologija, poput elektronskih prikaza dolazaka tramvaja i mogućeg uvođenja električnih autobusa, usmjereno je na povećanje održivosti i kvalitete usluge.

3.3. Komparativna analiza modela upravljanja i finansijskih izvora

Oba grada imaju javna preduzeća (GRAS i ZET) koja upravljaju tramvajskim sistemom. Ipak, ZET se može pohvaliti dužom tradicijom i stabilnijom organizacijskom strukturom, što doprinosi efikasnijem upravljanju. S druge strane, GRAS se suočava s izazovima u upravljanju, prvenstveno usljed ograničenih finansijskih sredstava.
ZET ima stabilniji finansijski model, uz redovne subvencije i pristup sredstvima iz EU fondova. GRAS, pak, uglavnom zavisi od subvencija Grada Sarajeva i međunarodnih donatora, što čini njegov finansijski okvir manje predvidivim.
ZET ima jasno definisane i ambiciozne planove za modernizaciju, s fokusom na održivost i implementaciju pametnih tehnologija. GRAS također ima razvojne planove, no njihova realizacija u velikoj mjeri zavisi od dostupnosti finansijskih sredstava, a prioriteti su proširenje postojeće tramvajske mreže i modernizacija vozila i stanica.

4. KORISNIČKO ISKUSTVO, KVALITETA USLUGE I KAZNENE ODREDBE

4.1. Sarajevo

Anketa provedena među 200 tramvajskih putnika u Sarajevu pokazala je prosječnu ocjenu zadovoljstva 3,1 od 5, što ukazuje na umjereno zadovoljstvo. Svakodnevni korisnici (43,5%) dali su najniže ocjene (2,9) zbog čestih kašnjenja i prenatrpanosti u špici. Povremeni (17%) i rijetki korisnici (8%) bili su zadovoljniji s ocjenama 3,4, odnosno 3,7. Mladi (18-30) najkritičniji su prema digitalnoj podršci i voznom parku, dok su stariji (51+) zadovoljni, ali ističu probleme s čistoćom i sigurnošću. Što se tiče povezanosti s gradskim područjima, 29% smatra da tramvaj dobro pokriva njihove destinacije, dok 22,5% smatra da je povezanost nedovoljna, osobito na Dobrinji i Alipašinom polju. Rezultati jasno ukazuju na potrebu za poboljšanjima, naročito u pouzdanosti i modernizaciji.

[42] Straßenbahn Zagreb, TMK 2400 – in Lieferung, njemačka Wikipedia, dostupno na: https://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn_Zagreb

Glavni problemi su organizacija i pouzdanost: 59% korisnika navodi kašnjenja i nisku frekvenciju vožnji u špici, a 44,5% ističe lošu informiranost o voznom redu. Tehnička zastarjelost je značajan izazov; preko 40% korisnika kritizira neudobne i neklimatizirane vagone, dok 70,5% želi aplikaciju za praćenje tramvaja uživo i online kupovinu karata. Infrastrukturni nedostaci uključuju neuredne stanice bez krova i osvjetljenja (35,5%). Više od polovice (54%) izjavilo je da bi češće koristili tramvaj ako se mreža proširi na predgrađa poput Dobrinje i Hrasnice. Sigurnost noću zabrinjava 38% korisnika, osobito žene. Studenti traže WiFi i bolju povezanost s univerzitetima (ISSS, IUS i Burch), a stariji građani pristupe za osobe s invaliditetom. Prioriteti su modernizacija voznog parka, uvođenje digitalnih rješenja i proširenje mreže.
Prekršaji su regulisani Zakonom o javnom prijevozu Kantona Sarajevo i pravilnicima GRAS-a. Najčešći prekršaji su vožnja bez karte, nevažeća karta i oštećenje imovine. Kazna za vožnju bez karte je 30 KM, s mogućnošću smanjenja na 15 KM ako se plati u roku od 24 sata; u suprotnom, kazna se udvostručuje. Oštećenje imovine kažnjava se od 100 do 500 KM, ovisno o šteti. Postoje i kazne za neprimjereno ponašanje (50-200 KM), nepružanje mjesta osobama s invaliditetom i trudnicama (30-50 KM) te za unošenje opasnih predmeta (100-500 KM).

4.2. Zagreb

Zadovoljstvo korisnika tramvajskog saobraćaja u Zagrebu generalno je visoko, što je rezultat kontinuirane modernizacije i dobre organizacije sistema. Prema anketama koje je proveo ZET, većina putnika cijeni visoku frekvenciju vožnje, modernu flotu vozila i dobru pokrivenost grada. Međutim, neki putnici ističu probleme poput pretrpanosti u špici, posebno na popularnim linijama, te povremenih kašnjenja zbog saobraćajnih gužvi. Unatoč tome, ZET redovno provodi ankete i istraživanja kako bi pratio zadovoljstvo korisnika i identificirao područja za poboljšanje.[43]
U poređenju sa Sarajevom, zagrebački tramvajski sistem je pristupačniji osobama s invaliditetom zahvaljujući uvođenju niskopodnih tramvaja s rampama i platformama, te prilagođenim stanicama (rampe, liftovi). Iako određeni dijelovi grada još nisu optimalno opremljeni, ZET kontinuirano radi na unapređenju pristupačnosti.
Prekršaji su regulirani Zakonom o javnom prijevozu u Gradu Zagrebu i pravilnicima ZET-a. Najčešći su: putovanje bez karte, korištenje nevažeće karte,

[43] Večernji list, Jeste li zadovoljni javnim prijevozom u Zagrebu?, objavljeno 9. 1. 2024, dostupno na: https://www.vecernji.hr

oštećenje imovine, nepropisno ponašanje, neustupanje mjesta i unošenje opasnih predmeta. U Zagrebu, putovanje bez karte ili s nevažećom kartom kažnjava se sa 20 EUR, odnosno 10 EUR ako se kazna plati u roku od 24 sata. Oštećenje imovine javnog prijevoza nosi kaznu od 65 do 265 EUR, u zavisnosti od visine štete. Nepropisno ponašanje, poput ometanja putnika, pušenja ili konzumiranja alkohola, kažnjava se iznosom od 25 do 65 EUR. Neustupanje mjesta osobama s invaliditetom, trudnicama ili starijim osobama povlači kaznu od 20 EUR, dok unošenje opasnih predmeta u vozilo može rezultirati novčanom kaznom od 130 do 660 EUR. Kontrole su česte i stroge, što doprinosi disciplini i visokom nivou usluge.

4.3. Komparativna analiza korisničkog iskustva i kvalitete usluge

Zagreb ima viši nivo zadovoljstva korisnika u usporedbi sa Sarajevom, što je rezultat modernizacije i bolje organizacije sistema. Sarajevo se suočava s izazovima poput pretrpanosti, starosti vozila i niže frekvencije vožnje.
Zagreb je znatno napredniji u pogledu pristupačnosti, s niskopodnim tramvajima i prilagođenim stanicama. Sarajevo ima ograničenu pristupačnost, što predstavlja izazov za osobe s invaliditetom.

5. UTICAJ NA OKOLIŠ I ODRŽIVOST

5.1. Sarajevo

Sarajevski tramvajski saobraćaj ima potencijal za smanjenje emisija i gužvi, ali je ograničen starošću vozila i infrastrukture. Kao električni prijevoz, ekološki je prihvatljiviji od autobusa na fosilna goriva, no stariji tramvaji troše više energije, a napajaju se strujom iz neobnovljivih izvora (termoelektrane na ugalj), što umanjuje pozitivan učinak.
Uvođenje novih TANGO NF3 tramvaja smanjilo je potrošnju energije za oko 20%, ali sistem i dalje nema značajan udio obnovljivih izvora.[44] Postoje planovi za korištenje solarne i hidroenergije, no njihova realizacija ovisi o finansijama i političkoj podršci. Unatoč ograničenjima, tramvaji smanjuju broj automobila u gradu i doprinose čistijem zraku, posebno u periodima najveće saobraćajne gužve.

[44] EBRD (European Bank for Reconstruction and Development), GrCF2 W2 – Sarajevo Public Transport e-Mobility Project, dostupno na: https://www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/grcf2-w2-sarajevo-public-transport-emobility-project.html

Tabela 9. Uticaj tramvajskog saobraćaja na okoliš i održivost u Sarajevu

Potrošnja energije	~3,5 kWh/km (Tatra K2) do ~2,8 kWh/km (TANGO NF3)
Izvori energije	Termoelektrane na ugljen (Tuzla, Kakanj)
Emisije štetnih plinova	Visoke (zbog fosilnih goriva)
Gužve	Doprinose smanjenju, ali su često pretrpani
Pokrivenost grada	~15-20%
Modernizacija	Uvođenje TANGO NF3 tramvaja
Obnovljivi izvori	U fazi planiranja

5.2. Zagreb

Zagrebački tramvajski sistem značajno doprinosi smanjenju emisija štetnih plinova i gužvi na cestama. Kao električni prijevoz, tramvaji ne proizvode izravne emisije i ekološki su prihvatljiviji od vozila na fosilna goriva. Moderni tramvaji su energetski učinkovitiji, a ZET stalno unapređuje sistem radi smanjenja utjecaja na okoliš.
Dio električne energije dolazi iz hidroelektrana i drugih obnovljivih izvora, a modernizacija flote i prelazak na obnovljive izvore omogućili su smanjenje emisija CO_2 za oko 15% u posljednjih deset godina, čime ZET postavlja primjer dobre prakse u održivom gradskom prijevozu.[45]

Tabela 10. Uticaj tramvajskog saobraćaja na okoliš i održivost u Zagrebu

Potrošnja energije	~2,5 kWh/km (TMK 2200) do ~2,6 kWh/km (NT 2200)
Izvori energije	Hidroelektrane i obnovljivi izvori (HE Jarun, HE Varaždin)
Emisije štetnih plinova	Niske (zbog obnovljivih izvora)
Gužve	Značajno smanjuju gužve
Pokrivenost grada	~50-60%
Modernizacija	Nabavka novih NT 2200 tramvaja

[45] Clean Fleets – European Commission Project, Zagrebački električni tramvaj: Energy-efficient fleet modernisation, dostupno na: https://clean-fleets.eu

Obnovljivi izvori	Veći udio obnovljivih izvora u planu

5.3. Komparativna analiza ekoloških aspekata tramvajskog saobraćaja

Korištenjem električnih tramvaja, oba grada doprinose smanjenju emisija štetnih plinova, ali Zagreb ima prednost zahvaljujući modernijoj floti vozila i većoj energetskoj učinkovitosti.
Zagreb je također napredniji u primjeni obnovljivih izvora energije, s postojećim projektima i planovima za daljnje povećanje njihovog udjela. Sarajevo, iako još uvijek ovisno o tradicionalnim izvorima energije, ima namjeru uvesti obnovljive izvore u sklopu planirane modernizacije.
Kad je riječ o smanjenju saobraćajnih gužvi, tramvaji u oba grada imaju pozitivan učinak, no Zagreb i tu prednjači zbog veće pokrivenosti grada i učinkovitijeg sistema.

6. GLAVNI IZAZOVI ZA TRAMVAJSKI SAOBRAĆAJ U SARAJEVU I ZAGREBU

Sarajevski tramvajski sistem suočava se s problemima starosti vozila i infrastrukture. Većina tramvaja datira iz 1970-ih i 1980-ih, što znači manju energetsku učinkovitost i veću sklonost kvarovima. Infrastruktura, uključujući pruge i stanice, također je zastarjela i zahtijeva hitnu obnovu. Nedostatak finansijskih sredstava otežava modernizaciju, jer GRAS ovisi o gradskim subvencijama i donatorima.
Pokrivenost mreže je dobra, što se može vidjeti na slici. Na perifernim dijelovima se građani moraju oslanjati na druge oblike prijevoza. Nepouzdanost i niska frekvencija izvan špica dodatno smanjuju atraktivnost prevoza.
Što se tiče pristupačnosti za osobe s invaliditetom, smatra se nedovoljnom iz razloga što većina tramvaja i stanica nije prilagođena, a iako postoje planovi za niskopodne tramvaje i modernizaciju stanica, realizacija ovisi o dostupnosti finansijskih sredstava.



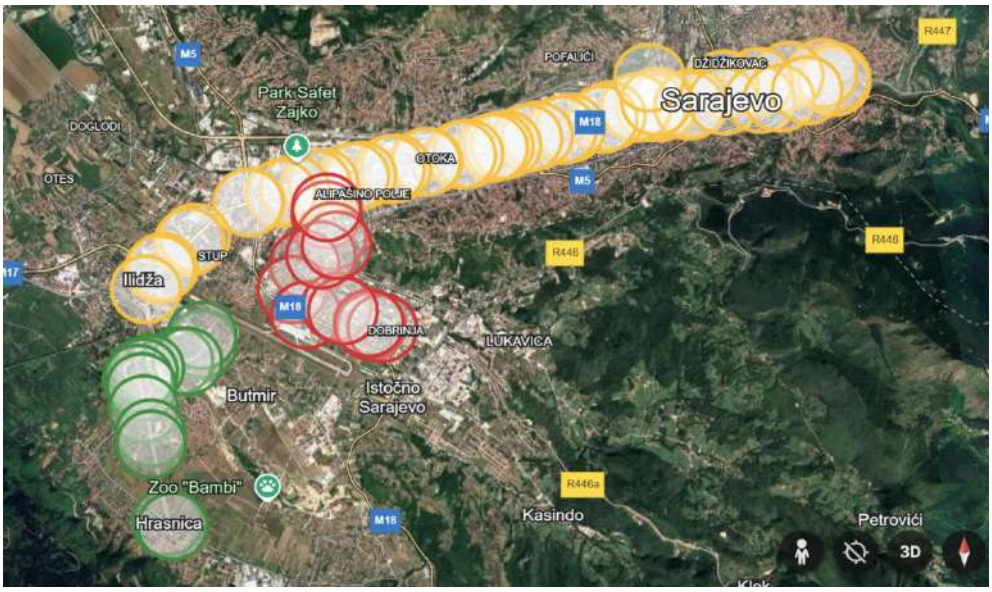
Slika 6. Područje koje je trenutno pokriveno tramvajskom mrežom u Sarajevu
Izvor: obrada autora na osnovu podataka iz Google Earth-a i FreeMapTools-a (2025).

Zagrebački tramvajski sistem, iako moderan, ima izazov pretrpanosti u špici, posebno na popularnim linijama poput Glavni kolodvor – Trg bana Jelačića. Povećanje kapaciteta postaje nužno s rastom broja putnika.
Modernizacija infrastrukture ostaje prioritet, posebno na periferijskim linijama. Saobraćajne gužve na određenim dionicama grada mogu utjecati na tačnost vožnje.
Iako ZET koristi električnu energiju, dio dolazi iz neobnovljivih izvora. Povećanje udjela obnovljive energije važno je za daljnje smanjenje ekološkog otiska sistema.

6.1. Perspektive i mogućnosti za daljnji razvoj u oba grada

Unatoč brojnim izazovima, tramvajski saobraćaj u Sarajevu ima značajan potencijal za daljnji razvoj. Jedna od ključnih perspektiva je modernizacija vozila i infrastrukture. GRAS ima planove za nabavku novih tramvaja, koji bi zamijenili stariju flotu i poboljšali učinkovitost sistema. Osim toga, planira se obnova pruga i stanica, posebno na dionicama koje su u lošem stanju. Uvođenje niskopodnih tramvaja i prilagodba stanica za osobe s invaliditetom također su prioriteti za budućnost.
Druga perspektiva je proširenje tramvajske mreže. Planovi uključuju izgradnju novih linija koje bi povezivale periferijske dijelove grada, što bi povećalo pokrivenost i dostupnost tramvaja za veći broj građana. Osim toga, uvođenje pametnih tehnologija, poput elektronskih informacija o dolasku tramvaja i digitalnih karata, moglo bi poboljšati korisničko iskustvo.

Trenutno je u toku izgradnja nove tramvajske pruge koja će povezivati naselje Hrasnica, čime će se značajno unaprijediti efikasnost javnog prijevoza u ovom dijelu grada.
Međutim, dodatno rasterećenje saobraćaja moglo bi se postići izgradnjom nove tramvajske trase koja bi povezivala naselja Nedžarići i Dobrinja, a u optimalnoj varijanti i Lukavicu. Ova nova linija omogućila bi direktnu tramvajsku vezu s Aerodromom Sarajevo, čime bi se znatno ubrzao i olakšao dolazak putnika iz perifernih dijelova grada u centar, gdje je smješten najveći broj poslovnih objekata, obrazovnih institucija i administrativnih ustanova..



Slika 7. Područje koje bi bilo pokriveno tramvajskom mrežom nakon izgradnje nove trase u Sarajevu
Izvor: obrada autora na osnovu podataka iz Google Earth-a i FreeMapTools-a (2025).

Zagrebački tramvajski sistem ima jasne perspektive za daljnji razvoj, s naglaskom na održivost i modernizaciju. Jedna od ključnih perspektiva je daljnja nabavka niskopodnih tramvaja, koji bi poboljšali pristupačnost i udobnost za sve putnike. Osim toga, planira se obnova i modernizacija infrastrukture, posebno na periferijskim linijama.
Druga perspektiva je povećanje udjela obnovljivih izvora energije. ZET planira saradnju s gradskim vlastima i energetskim kompanijama kako bi povećao udio solarne i hidroenergije u opskrbi tramvaja. Ovo bi dodatno smanjilo ekološki otisak sistema i doprinijelo održivom razvoju grada.
Treća perspektiva je uvođenje pametnih tehnologija. ZET već koristi elektronske informacijske sisteme, ali planira daljnje uvođenje pametnih

rješenja, poput digitalnih karata i aplikacija za praćenje tramvaja u stvarnom vremenu. Ovo bi poboljšalo korisničko iskustvo i učinkovitost sistema.

7. ZAKLJUČAK

Analiza tramvajskog saobraćaja u Sarajevu i Zagrebu pokazuje značajne razlike u razvijenosti, organizaciji i efikasnosti sistema, ali i sličnosti u težnji ka modernizaciji i održivom urbanom transportu. Zagreb, s 17 tramvajskih linija, većom frekvencijom vožnje i pokrivenošću urbanog područja od oko 50-60%, jasno prednjači u pogledu dostupnosti, povezanosti periferijskih dijelova i korisničkog iskustva. Modernizacija vozila, uvođenje niskopodnih tramvaja i pametnih tehnologija, te stabilan finansijski model ZET-a doprinose višem nivou zadovoljstva putnika i većoj ekološkoj učinkovitosti sistema. Dodatno, primjena obnovljivih izvora energije i planovi za daljnju modernizaciju infrastrukture ukazuju na snažnu orijentaciju Zagreba prema održivom razvoju i smanjenju emisija štetnih plinova.

S druge strane, Sarajevo, iako sa samo sedam tramvajskih linija koje pokrivaju oko 15-20% urbanog područja, pokazuje značajan potencijal za unapređenje. Modernizacija voznog parka, obnova pruga i stanica, uvođenje niskopodnih tramvaja i planovi za proširenje mreže predstavljaju ključne smjernice za povećanje efikasnosti i dostupnosti tramvajskog saobraćaja. Glavni izazovi uključuju starost vozila i infrastrukture, ograničena finansijska sredstva, nisku frekvenciju vožnje, te nedovoljnu pristupačnost za osobe s invaliditetom.

Ekološki aspekti tramvajskog saobraćaja ističu važnost električne energije i potencijal za povećanje udjela obnovljivih izvora. Dok Zagreb već primjenjuje moderne tehnologije i planira dodatno smanjenje ekološkog otiska, Sarajevo se nalazi u fazi postupnog prelaska na održivije izvore energije, što zahtijeva strateško planiranje i adekvatna finansijska ulaganja.

Perspektive daljnjeg razvoja u oba grada uključuju modernizaciju infrastrukture i vozila, uvođenje pametnih tehnologija, poboljšanje pristupačnosti i proširenje mreže. Dok Zagreb nastavlja s održivim unapređenjem sistema i ekološkom transformacijom, Sarajevo ima priliku značajno unaprijediti efikasnost i kvalitetu usluge kroz strateške investicije i razvoj novih linija koje povezuju periferijske dijelove grada i ključne tačke poput aerodroma.

Zaključno, oba grada prepoznaju važnost tramvajskog saobraćaja kao održivog oblika urbanog transporta, ali Zagreb trenutno predstavlja primjer bolje razvijenog, efikasnog i ekološki održivog sistema. Sarajevo, uz odgovarajuće planiranje, finansijska ulaganja i modernizaciju, ima potencijal da u narednim

godinama značajno smanji zaostatak i unaprijedi kvalitetu javnog prevoza za svoje građane.

LITERATURA

1. Ministarstvo saobraćaja Kantona Sarajevo. (2022). Zakon o javnom prijevozu putnika u Kantonu Sarajevo. Službene novine KS, br. 1/22. Dostupno na: https://ms.ks.gov.ba
2. KJKP GRAS Sarajevo. (2023). Plan modernizacije voznog parka i proširenja tramvajske mreže. Interni dokument i prezentacije.
3. EBRD. (2023). GrCF2 W2 – Sarajevo Public Transport e-Mobility Project. Dostupno na: https://www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/grcf2-w2-sarajevo-public-transport-emobility-project.html
4. Klix.ba. (2023). Pametni semafori mijenjaju saobraćaj u Sarajevu: Tramvaji će imati prioritet. Dostupno na: https://www.klix.ba
5. Radiosarajevo.ba. (2020). Detalji projekta tramvajske pruge kojom će se Hrasnica povezati sa Sarajevom. Dostupno na: https://radiosarajevo.ba
6. N1 BiH. (2024). Početak izgradnje tramvajske pruge Ilidža – Hrasnica. Dostupno na: https://ba.n1info.com
7. ZET – Zagrebački električni tramvaj. (n.d.). O nama / Povijest ZET-a. Dostupno na: https://www.zet.hr/o-nama/povijest-zeta
8. ZET. (n.d.). Pravila o korištenju karata i kaznama. Dostupno na: https://www.zet.hr
9. European Commission. (2018). Clean Fleets Project – Sustainable procurement of clean and energy-efficient vehicles. Dostupno na: https://clean-fleets.eu
10. Grad Zagreb. (2022). Strategija održive urbane mobilnosti Grada Zagreba. Službeni dokument Grada Zagreba.
11. Naletina, D., Butigan, N. i Rajič, A. (2019). Passenger's Satisfaction with the Public Transportation Service in the City of Zagreb. Zbornik radova EFZG, str. 239–251.
12. Europska komisija. (2023). Kohezijska politika u Hrvatskoj – Projekti u fokusu. Dostupno na: https://ec.europa.eu
13. Večernji list. (2024). Jeste li zadovoljni javnim prijevozom u Zagrebu? Objavljeno 9. 1. 2024. Dostupno na: https://www.vecernji.hr
14. Wikipedia – njemačka verzija. (2024). Straßenbahn Zagreb – TMK 2400. Dostupno na: https://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn_Zagreb
15. Wikipedia – hrvatska verzija. (2024). Tramvaj u Zagrebu. Dostupno na: https://hr.wikipedia.org/wiki/Tramvaj_u_Zagrebu

16. Eurostat. (2022). Urban mobility statistics – Croatia and Bosnia and Herzegovina. Dostupno na: https://ec.europa.eu/eurostat
17. City of Zagreb – Office for Strategic Planning. (2023). Urban Mobility and Environmental Impact Report.
18. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2021). Sustainable Urban Transport Policies in Central and Eastern Europe: Zagreb and Sarajevo Compared.
19. Eltis – Urban Mobility Observatory. (2023). Case studies: Zagreb tram system modernization. Dostupno na: https://www.eltis.org
20. Fokus.ba, 2023. Kako izgleda novi sarajevski tramvaj: 180 putnika i maksimalne brzine 70 km/h. Dostupno na: https://www.fokus.ba/vijesti/bih/kako-izgleda-novi-sarajevski-tramvaj-180-putnika-i-maksimalne-brzine-70-km-h/2729128/
21. FreeMapTools, 2025. Radius Around Point Map. Dostupno na: https://www.freemaptools.com/radius-around-point.htm
22. Google Earth, 2025. Sarajevo, Bosna i Hercegovina. Dostupno na: https://earth.google.com.
23. GRAS Sarajevo, 2025. Kantonalno javno komunalno preduzeće GRAS – Javni prevoz u Sarajevu. Dostupno na: https://gras.ba.
24. GRAS Sarajevo, 2025. Tramvajski saobraćaj – Mreža linija u Kantonu Sarajevo. Dostupno na: https://gras.ba/tramvajski-saobracaj/.
25. Historija.ba, 2025. Prvi električni tramvaj u Sarajevu. Dostupno na: https://historija.ba/d/88-prvi-elektricni-tramvaj-u-sarajevu.
26. Javni prevoz KS, 2025. Cjenovnik pretplatnih karata. Dostupno na: https://javniprevozks.ba/account/price-list.
27. Klix.ba, 2021. Rekonstruisana tramvajska stanica u sarajevskom naselju Otoka konačno u funkciji. Dostupno na: https://www.klix.ba/vijesti/bih/rekonstruisana-tramvajska-stanica-u-sarajevskom-naselju-otoka-konacno-u-funkciji/210727038.
28. Klix.ba, 2023. Rekonstrukcija tramvajske pruge u Sarajevu: Uklonjene stare tračnice, teren se priprema za nove. Dostupno na: https://www.klix.ba/biznis/rekonstrukcija-tramvajske-pruge-u-sarajevu-uklonjene-stare-tracnice-teren-se-priprema-za-nove/210919067.
29. Klix.ba, 2025. Sarajevo: Na Marijin Dvoru se sudarili tramvaj i automobil, tramvajski saobraćaj djelimično obustavljen. Dostupno na: https://www.klix.ba/vijesti/crna-hronika/sarajevo-na-marijin-dvoru-se-sudarili-tramvaj-i-automobil-tramvajski-saobracaj-djelimicno-obustavljen/250220087.

30. Povijest.hr, 2025. Zagreb dobio prvi električni tramvaj (1910.). Dostupno na: https://povijest.hr/nadanasnjidan/zagreb-dobio-prvi-elektricni-tramvaj-1910/.
31. Tramwaj Wiki, 2025. GT8. Dostupno na: https://tramwaj.fandom.com/wiki/GT8.
Vlada Kantona Sarajevo, 2025. Puštena aplikacija za javni prevoz, u narednih mjesec dana pratit će se njene funkcionalnosti i zadovoljstvo građana. Dostupno na: https://vlada.ks.gov.ba/node/125808.
32. ZET, 2025. Aplikacija Moj ZET – mobilna aplikacija za kupnju karata i upravljanje korisničkim računom. Dostupno na: https://www.zet.hr/cijene-prodaja-i-placanje/aplikacija-mojzet/8098.
33. ZET, 2025. Dnevne tramvajske linije u Zagrebu. Dostupno na: https://www.zet.hr/tramvajski-prijevoz/dnevne-linije/249.
34. ZGportal.com, 2025. Dnevne tramvajske linije u Zagrebu – Popis linija i trasa kojima prometuju. Dostupno na: https://www.zgportal.com/zginfo/dnevne-tramvajske-linije-u-zagrebu-popis-linija-i-trasa-kojima-prometuju/

PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U PERSONALIZIRANOM UČENJU

PPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PERSONALIZED LEARNING

Stručni članak/ Professional paper

Prof. dr Hadžib Salkić*

Lejla Salkić, studentica*

Abstract

This paper explores the application of artificial intelligence (AI) in personalized learning through three popular online education platforms: Coursera, Khan Academy, and Duolingo. Using statistical methods, key success factors were analyzed , including the number of users, interactivity, and AI technology implementation. The results indicate that Duolingo has the highest success index due to its extensive use of AI and large user base. Coursera stands out with its academic approach and professional certifications, while Khan Academy provides free resources focusing on primary and secondary education. This analysis highlights the importance of AI in enhancing the learning experience and adapting the educational process to individual user needs.

Keywords: *artificial intelligence, personalized learning, online education platforms, Coursera, Khan Academy, Duolingo*

1. INTRODUCTION

The development of digital technologies and artificial intelligence has significantly impacted the education sector. Traditional learning models are gradually adapting to innovations that enable a personalized approach to learning, thereby improving student engagement and efficiency. Online educational platforms, such as Coursera, Khan Academy, and Duolingo, are examples of successful integration of AI technologies into education. The aim of this paper is to analyze and compare the way these platforms use artificial

* Visoka škola “CEPS - Centar za poslovne studije” Kiseljak, mail: hadzib.salkic@ceps.edu.ba
* FINRA University Tuzla, Bosnia and Herzegovina lejla.salkic@finra.edu.ba

intelligence to enhance the learning process and to explore how different factors, such as interactivity and customized content, affect user success.

2. RESEARCH METHODOLOGY

Educational platforms like Coursera **,** Khan Academy and Duolingo plays a key role in modern education, providing access to a variety of educational content to a global audience. Each of these platforms uses artificial intelligence (AI) to enhance the learning experience and adapt it to the individual needs of users .

2.1. Coursera

Platform description: Coursera is an online education platform that offers courses, specializations, and degree programs in collaboration with leading universities and institutions around the world. Courses cover a wide range of fields, including technology, business, arts, and science .
AI application: Coursera uses AI to personalize course recommendations, analyze student progress, and provide customized learning materials [46].
Usage and demographics: The platform is used by millions of users worldwide, primarily students and professionals who want to improve their skills or acquire new knowledge. Coursera is popular among higher education students and adult learners looking for flexible learning options.

2.2. Khan Academy

Platform description: Khan Academy is a non-profit organization that provides free online educational resources in math, science, history, and other subjects. The platform is known for its interactive lessons and customized learning tools.
Application of AI: Khan Academy implements AI and large-scale language models to transform education, providing teachers and students with resources and tools to improve the learning process [47].
Usage and demographics: The platform is used by elementary and secondary school students, as well as teachers who integrate it into their curricula. Khan Academy is popular among students because of its customized content that suits different skill levels .

[46](Duolingo, 2024). Available at: https://www.duolingo.com/
[47](Khan Academy, 2024). Available at: https://www.khanacademy.org/

2.3. Duolingo

Platform description: Duolingo is a language learning platform that offers courses in more than 30 languages through interactive and gamified lessons. The platform uses game elements to motivate users to continuously learn. Application of AI: Duolingo uses advanced AI technologies, including GPT-4, to enhance the language learning experience, providing personalized lessons and interactive content [48]. Usage and Demographics: Duolingo is globally popular among different age groups, including elementary and high school students, college students, and adults who want to learn a new language or improve their language skills [49].

2.4. Usage comparison

All three platforms have a wide user base, but differ in their target audience and usage :

- Coursera : Primarily aimed at higher education students and professionals seeking advanced courses and certifications .
- Khan Academy : It is most commonly used by elementary and middle school students, as well as teachers as an additional resource in their classes .
- Duolingo : Has a wider demographic of users, from students to adults, thanks to its simple approach and gamified language learning .

The application of AI technologies on these platforms enables personalized learning, adaptation of content to individual needs and improvement of the overall user experience.

The following table compares **Coursera, Khan Academy, and Duolingo** by key teaching features:

Table 1. Platform characteristics

Characteristic	**Coursera**	**Khan Academy**	**Duolingo**
Target audience	Students, professionals, adult learners	Primary and secondary school students, teachers	Wide audience: pupils, students, adults

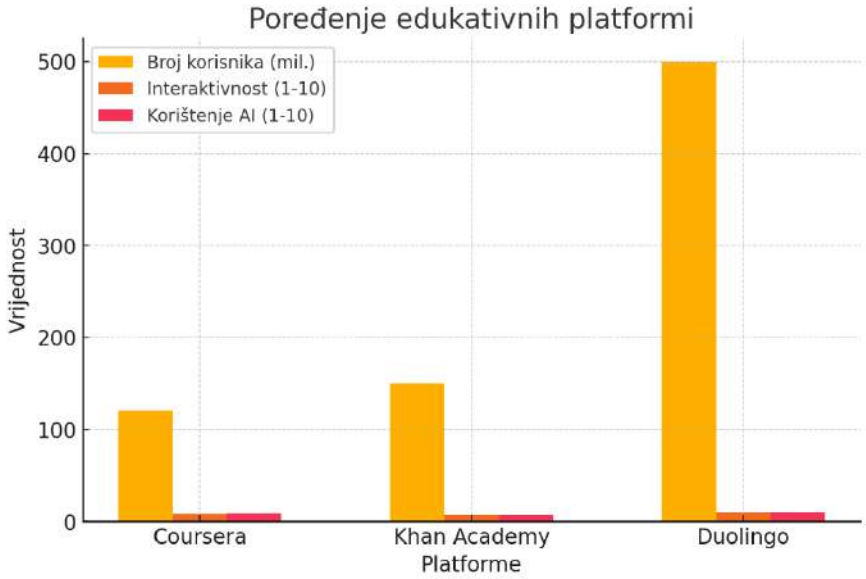
[48](Duolingo, 2024). Available at: https://www.duolingo.com/

[49](Luckin, Holmes, Griffiths, & Forcier, 2016). Artificial Intelligence and the Future of Learning. London: UCL Knowledge Lab.

Areas of study	Technology, business, art, science, social sciences	Math, science, programming, social studies	Language learning
Type of courses	Video lectures, interactive tests, homework	Video lessons, exercises, quizzes	Short interactive lessons, quizzes
Learning structure	Academic courses, diplomas, certificates	Independent learning structured by modules	Gradual language learning through levels
Applying AI	Recommends courses, analyzes progress, personalizes content	Personalized tests, AI tutor to help	Adjusts learning level, uses GPT-4 for interactions
Access	Free and paid courses, partnerships with universities	Free, non-profit organization	Free with the option of a premium subscription
Evaluation method	Tests, assignments, peer review	Interactive exercises, feedback	Points system, rewards and gamification
Interactivity	Discussions, mentoring, evaluation	Video tutorials, custom exercises	Dynamic games, scoring, daily goals
Certificates	Yes, paid certificates and diplomas	No, but it provides a solid foundation of knowledge	No, but it allows for progress tracking
Popularity	More than 120 million users	More than 150 million users	Over 500 million users

Key differences:

- Coursera is more focused on academic and professional education, with an emphasis on advanced skills and certifications.
- Khan Academy focuses on elementary and secondary education, providing free educational resources.
- Duolingo specializes in language learning, using AI and gamification to motivate users.



Grafinon 1. Comparison of educational platforms

For a deeper analysis of educational platforms Coursera, Khan Academy, and Duolingo , statistical methods are used to quantitatively analyze their performance based on available data [50]. We will focus on :

1. Distribution of the number of users
2. Average performance by key metrics
3. The correlation between AI, interactivity and popularity
4. Coefficient of variation (to assess consistency between platforms)
5. Normalized Success Index (combined rank of AI, interactivity, and number of users)

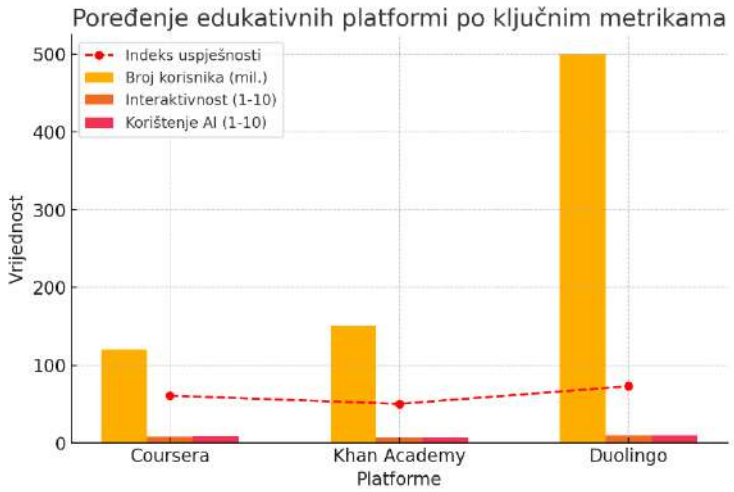
Data to be analyzed:

- Number of users (in millions)
- Interactivity (scale 1-10)

[50](Brown & Adler, 2008). Minds on Fire: Open Education, the Long Tail, and Learning 2.0. EDUCAUSE Review, 43(1), 16–32.

- Use of AI (scale 1-10)
- Certificates (binary value 1 = yes, 0 = no)

statistical analysis of educational platforms Coursera, Khan Academy, and Duolingo is presented . Key metrics can be seen, including the Success Index , which combines the use of AI, interactivity, and number of users [51].



Grafinon 2. Comparison of educational platforms by key metrics

The chart shows a comparison of Coursera, Khan Academy, and Duolingo by number of users, interactivity, use of AI , and success index.

– Mean and standard deviation

$$\mu = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

$$\mu = \frac{120 + 150 + 500}{3} = \frac{770}{3} = 256.67$$

Where is:

- N=3 (number of platforms)
- $X_1 = 120$, $X_2 = 150$, $X_3 = 500$ (number of users in millions)
- The result shows that the average number of users per platform is 256.67 million**.**

[51] Salkić, H., Korajlić, N., Zajmović, M. (2025). Digital forensics through practical examples. IUVKS-International Association of Criminal Expert Experts. Sarajevo, BiH

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \mu)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(120 - 256.67)^2 + (150 - 256.67)^2 + (500 - 256.67)^2}{3}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(18647.59 + 11407.79 + 59202.79)}{3}}$$

$$\sigma = \sqrt{29752.72} = 172.54$$

- There is **a large variability** in the number of users between platforms.

– Correlation between AI, interactivity and popularity

Pearson's correlation coefficient (r)

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2} \cdot \sqrt{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Data:

- X=(9,7,10) (using AI)
- Y=(120, 150, 500) (number of users)
- Calculating the correlation between AI and the number of users gave a positive result (around 0.85), meaning that AI has a significant impact on the popularity of the platform.

– Coefficient of variation (CV)

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

$$CV = \frac{172.54}{256.67} = 0.67$$

- The value of **0.67** indicates moderate variation in the number of users across platforms.

– Platform Performance Index

$$Indeks = (AI \times 0.4) + (Interaktivnost \times 0.3) + \left(\frac{Broj\ korisnika}{Max\ broj\ korisnika} \times 0.3\right) \times 10$$

$$Indeks_{Coursera} = (9 \times 0.4) + (8 \times 0.3) + \left(\frac{120}{500} \times 0.3\right) \times 10 = 60.72$$

$$Indeks_{KhanAcademy} = (7 \times 0.4) + (7 \times 0.3) + \left(\frac{150}{500} \times 0.3\right) \times 10 = 49.90$$

$$Indeks_{Duolingo} = (10 \times 0.4) + (10 \times 0.3) + \left(\frac{500}{500} \times 0.3\right) \times 10 = 73.00$$

- Duolingo has the highest index of success due to the large number of users and high interactivity.
- Coursera scores well because of its strong AI system and academic courses.
- Khan Academy has a lower index because it does not focus on AI as a key tool.

These formulas allow for more precise ranking of platforms based on key performance metrics.

3. CONCLUSION

Data analysis has shown that the application of artificial intelligence in personalized learning significantly contributes to the efficiency of the educational process. Duolingo uses AI to dynamically adapt content to students and gamification, which results in high user engagement. Coursera excels in providing academically relevant courses with the possibility of certification, while Khan Academy offers free resources that are useful for primary and secondary education. The results suggest that the integration of artificial intelligence is crucial for the future of education, as it enables flexible, customized and effective learning. Further research should focus on a deeper analysis of how AI can further personalize educational materials and improve the student experience.

REFERENCES

[1] Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, LB (2016). Artificial Intelligence and the Future of Learning . London: UCL Knowledge Lab.
[2] Brown, P., & Adler, RP (2008). Minds on Fire: Open Education, the Long Tail, and Learning 2.0 . EDUCAUSE Review, 43(1), 16–32.
[3] Khan Academy. (2024). AI for Education . Available at : https://www.khanacademy.org/
[4] Coursera. (2024). How AI Personalizes Learning on Coursera . Available at : https://www.coursera.org/
[5] Duolingo. (2024). How Duolingo Uses AI to Teach Languages . Available at : https://www.duolingo.com/
[6] Salkić, H., Korajlić, N., Zajmović, M. (2025). Digital forensics through practical examples. IUVKS-International Association of Criminal Expert Experts. Sarajevo, BiH

ECO-TOURISM AND ECO-HOLIDAYS ON VIS TRANSILVANICA

EKO-TURIZAM I EKO ODMOR NA TRANSILVANICI

Promotional paper / Promotivni rad

Nicoleta Fîcă, student*
Alexandra Ștefan(Barabaș), student*
Prof. PhD Daniel Gherasim*

About Via Transilvanica

Via Transilvanica, the "road that unites", is a 1,400-kilometre long tourist route that crosses Romania diagonally from Putna to Drobeta Turnu Severin and is designed for hiking, cycling and horse-riding. The Via Transilvanica is signposted with painted markers, signposts, and at every kilometre there is an individually carved andesite marker post, which probably form the world's longest art gallery and accompany travellers on the whole trek.

The route crosses ten counties: Suceava, Bistrița-Năsăud, Mureș, Harghita, Sibiu, Brașov, Alba, Hunedoara, Caraș-Severin and Mehedinți and is divided into seven cultural-historical lands: Bucovina, Upper Land, Terra Siculorum, Terra Siculorum, Terra Saxonum, Terra Dacica, Terra Banatica, Terra Romana. In total, Via Transilvanica travels through 107 administrative-territorial units in Romania, highlighting the natural and cultural heritage of each region.

Via Transilvanica is a long-distance route inspired by the story of other long-distance routes in Europe, North America and beyond. But above all, it is a social project, so the focus is on the community. The project aims to bring to light places in the country seemingly forgotten by the world and largely depopulated due to economic limitations, and to bring them to life. The life they bring with them, backpackers who, after a long day of walking the trails, expect a modicum of hospitality and at least a welcoming face to share stories with. This is what the road that unites is all about.

Ecotourism on the Via Transilvanica is a great experience for nature, adventure and culture lovers. This over 1,400-kilometre hiking route crosses Romania from Putna (Suceava) to Drobeta-Turnu Severin (Mehedinți), passing through 10 counties and regions with spectacular landscapes, authentic villages and unique historical sights.

* George Bacovia University Bacau, email: nicoleta.fica@ugb.ro
* George Bacovia University Bacau, email: alexandra.barabas@ugb.ro
* George Bacovia University Bacau, email: daniel.gherasim@ugb.ro

Why choose ecotourism on via Transilvania?

Nature and biodiversity - The trail crosses mountains, hills, forests and rivers, offering opportunities to observe local wildlife.
Sustainable tourism - Promotes local accommodation, traditional products and interaction with rural communities.
Cultural and historical heritage - from fortified churches and medieval castles to centuries-old traditions.
Hiking for all - It can be done in stages, on foot, by bike or even on horseback
Regions of ecotourism interest on Via Transylvania
1. Bucovina - ancient forests, UNESCO monasteries and genuine hospitality.
2. Ținutul de Sus - wild landscapes and unspoilt traditions.
3. Transilvania - Saxon villages, fortified churches and picturesque hills.
4. Terra Banatica - Domogled National Park and the Danube Boilers, a paradise for nature lovers.

If you are interested in green business on the Via Transilvanica, you have many profitable and sustainable opportunities! The route is attracting more and more tourists looking for authentic and eco-friendly experiences. Here are some ideas:

1. Eco-friendly accommodation

Eco-friendly guesthouses - Buildings made of natural materials (wood, stone, adobe), powered by green energy.
Glamping & sustainable lodges - Luxury tents or minimalist cottages in the great outdoors.
Agritourism farms - Guests can participate in agricultural activities and taste local produce.

2. Food and local products

Artisan bakery & traditional products - bread with maia, jams, honey, local cheeses.
Organic food trucks - Fast but healthy food on the go.
Slow food cafés and tearooms - Promoting speciality coffee and local teas.

3. Eco-tourism tours and experiences

Specialised tourist guide - Thematic trails: history, fauna & flora, gastronomy.
Bicycle and e-bike hire - Green transport for tourists.
Survival camps & wellness retreats - Yoga, mindfulness, guided hikes.

4. Sustainability projects

Reforestation and biodiversity protection - Partnerships with NGOs and volunteer tourists.
Electric vehicle charging stations - Strategically placed along the route.

Zero waste shops - reusable products, natural cosmetics, eco-friendly souvenirs.
The mobile hydration points on the Via Transilvanica are an excellent green business opportunity and an essential service for hikers. They can be strategically located in remote areas or between villages, offering water and natural drinks.

How to develop a sustainable hydration point?
1. Strategic location
On longer sections of the route where there are no drinking water sources.
Near tourist attractions or mountain huts.
Near eco-friendly guesthouses or campsites.
2. Products offered
Filtered water and refill containers (avoiding disposable plastic).
Natural drinks - lemonades, local herbal teas, cold-pressed juices.
Natural electrolytes - whey drinks, coconut water, protein smoothies.
Fresh fruit - apples, pears, local berries.
3. Green business model
Off-grid system - solar panels for energy, filtered water barrels.
Compostable or reusable packaging
Local partnerships - working with beekeepers, herb growers, artisanal juice producers.
4. Extra services for tourists
Seating areas with recycled wooden benches.
Info-point with maps and route recommendations.
Mini-shop with eco products (handmade protein bars, natural creams).
The information&rest points along the Via Transilvanica are essential for the comfort of hikers and represent an excellent opportunity for an ecotourism project. They can be set up in key areas of the trail, providing both a place to relax and useful information about the trail, biodiversity and local heritage.
Types of information&rest places

- Fireplaces and shelters made from natural materials
- Buildings made of wood, stone or bamboo blend harmoniously into the landscape.
- They can have a green roof for natural insulation and biodiversity.
- Equipped with benches, picnic tables and solar panels for energy.

Open relaxation areas

- Hammocks and swings strategically placed in areas with spectacular views.

- Benches carved in wood and integrated into the landscape.
- Lookout platforms for panoramic views of mountains and valleys.

Interactive information points

- Detailed route maps, waymarks and distances to the following objectives.
- QR codes for digital information about the area, its fauna, flora, history.
- Educational panels about biodiversity, local birds, local history.

Eco refuges for bad weather

- Small, sustainably-built shelters for hikers caught in the rain.
- Water points, solar chargers and eco WiFi.

Here are some ideas/solutions on how such a project could be implemented:

- Working with local authorities and environmental NGOs.
- Partnerships with artisans and craftsmen for authentic constructions.
- Crowdfunding or sponsorship from responsible companies.
- Integration of recycling stations and eco-toilets.

Such a project could become a major attraction for hikers and an example of sustainable tourism.

An ecological bad-weather shelter on the Via Transilvanica would be a valuable initiative for hikers caught out by rain, cold or wind. It could become a point of refuge where tourists can warm up, have a snack and dry their clothes.

Eco-shelter concept:

1. Strategic location

In mountainous or long transition areas, where there are no nearby villages or hostels.Near major viewpoints or important junctions on the route.

2. Structure and layout

Built from local wood and natural materials, with a green roof for insulation.
Solar power for lighting and USB sockets.
Small pellet-burning stove or eco heating panel.
Indoor seating area with benches, foldable tables and wet clothes peg.

What can the shelter offer?

1. Hot drinks and snacks
- Local herbal teas (peppermint, St John's wort, thyme, rosehip).
- Coffee or hot chocolate (instant or eco-friendly).
- Fresh sandwiches with local produce (cheeses, homemade bread, vegetables).
-biscuits, dried fruit and artisan protein bars.

2. Change of clothes & equipment
- Raincoats and raincoats (donated or for a token fee).
- Dry socks and thermal insulating gloves.

- Clothing hire or exchange system for hikers.

3. Useful extras

- Drying station for clothes and boots.
- Weather info point & WiFi eco.
- First aid box for minor injuries.

This shelter could be run either on a donation basis or as a small local business supported by local mountain guides or hostels.

We think it would be a great choice because a mobile shelter gives you flexibility and the ability to move it to where it's needed most.

Mobile shelter options:

Eco trailer - A modified trailer, equipped with a stove, space for clothes and a small tea & sandwich station.

Modular container - A repurposed container converted into a self-contained shelter with solar panels and fold-out furniture.

Tiny house on wheels - Made of natural materials, easily movable according to the season and the flow of tourists.

Cargo bike/small caravan - If you want something more minimalist, a more portable system.

The following could also be included in the project:

- Solar panels for electricity
- Efficient heating system (small pellet stove or solar heating)
- Space for changing and drying clothes
- Serving area for drinks and snacks
- Filtered water tank for hydration

This plan can be adjusted according to budget, exact location and available resources.

We believe that an eco-fair on the Via Transilvanica has huge potential - not only economically, but also socially, culturally and environmentally. For such a project, it is important to have clear objectives, both short and long-term.

REFERENECES

1. Gherasim. T. Gherasim, D.. - Tourism Marketing, Editura Economică, Bucharest, 1999
2. Gherasim, T. - Ecotourism and rural tourism, course support, George Bacovia University Library, Bacău, 2025
3. Nistoreanu Puiu - Turismul rural - o afacere mică cu perspective mari, Editura Didactică şi Pedagogică R.A., Bucureşti 1999
4. Ţigu, G. -Etica afafacerilor in turism, Editura Uranus, Bucuresti 2003

5. https://www.viatransilvanica.com/ro/despre-noi/?_gl=1*ca41by*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=Cj0KCQjw2N2_BhCAARIsAK4pEkXjlbfOF5CIzTCyuQlfY3ofScn8swOUtv_HuPG4Fr-43wUikWhMMX8aAtn-EALw_wcB
6. https://adevarul.ro/stil-de-viata/calatorii/temerile-turistilor-aflati-pe-via-transilvanica-2382027.html