

ASOCIJACIJA PROSTORNIH PLANERA SRBIJE
UNIVERZITET U BEOGRADU - GEOGRAFSKI FAKULTET



PLANSKA I
NORMATIVNA
ZAŠTITA
PROSTORA I
ŽIVOTNE
SREDINE

UREDNIK
MARIO MILIČEVIĆ



**ASOCIJACIJA PROSTORNIH PLANERA SRBIJE
UNIVERZITET U BEOGRADU - GEOGRAFSKI FAKULTET**

u saradnji sa

Gradom Vršcem

uz podršku

Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije

organizuju

trinaesti naučno-stručni

skup sa međunarodnim učešćem

**PLANSKA I NORMATIVNA
ZAŠTITA PROSTORA I
ŽIVOTNE SREDINE**

24-26. april 2025. god., Vršac

Zbornik radova mladih istraživača

Urednik:
Mario Miličević

Beograd, jun 2025 .



**ASOCIJACIJA PROSTORNIH PLANERA SRBIJE
UNIVERZITET U BEOGRADU - GEOGRAFSKI FAKULTET**

Izdavač:

Asocijacija prostornih planera Srbije
Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet

Za izdavača:

Dušan Ristić
Dr Velimir Šećerov

Urednik:

Mario Miličević

Tehnički urednik:

Dr Branko Protić

Grafička priprema i štampa:

Planeta Print DOO, Beograd

Tiraž:

100

ISBN 978-86-6283-165-1

Beograd, jun 2025.

Publikovanje zbornika radova finansijski pomoglo:

Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije

Napomena: Referati su štampani u obliku autorskih originala. Stavovi izneti u objavljenim radovima ne izražavaju stavove Urednika Zbornika i Organizatora skupa. Autori preuzimaju pravnu i moralnu odgovornost za ideje iznete u svojim radovima. Izdavač neće snositi nikakvu odgovornost u slučaju ispostavljanja bilo kakvih zahteva za naknadu štete.

PROGRAMSKI ODBORI SKUPA

KOORDINACIJA SKUPA:

Prof. dr Dejan Filipović, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Prof. dr Velimir Šećerov, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Dušan Ristić, predsednik Asocijacije prostornih planera Srbije

NAUČNI ODBOR:

Prof. dr Marina Ilić, Univerzitet "Union – Nikola Tesla", Fakultet za ekologiju i zaštitu životne sredine, predsednik NO
Prof. dr Dejan Filipović, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Prof. dr Velimir Šećerov, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Prof. dr Vladimir Đurđević, Univerzitet u Beogradu – Fizički fakultet
Prof. dr Jelena Luković, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Prof. dr Goran Trbić, Univerzitet u Banjoj Luci – Prirodno-matematički fakultet
Prof. dr Stevan Savić, Univerzitet u Novom Sadu – Prirodno-matematički fakultet, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo
Prof. dr Goran Anđelković, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Dr Nikola Krunić, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije
Dr Dejan S. Đorđević, Agencija za prostorno planiranje i urbanizam RS
Dr Siniša Trkulja, Agencija za prostorno planiranje i urbanizam RS
Dr Dragana Ostojić, Zavod za zaštitu prirode Srbije
Dr Kejt Dhrami, naučni saradnik, Institut Co-PLAN i Polis University, Albanija
Dr Marjan Nikolov, Institut za inženjersku ekonomiju, Severna Makedonija

ORGANIZACIONI ODBOR:

Dr Branko Protić, Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, predsednik OO
Mr Miroslav Marić, Institut za puteve, Beograd - zamenik POO
Mr Marko Ivanišević, Univerzitet u Banjoj Luci – Prirodno-matematički fakultet
Milica Hadži Arsenović, JUP Urbanistički zavod Beograda
Mario Miličević, GDİ Solutions, Beograd
Marina Stanić, Zavod za zaštitu prirode Srbije
Aleksandar Radulović, Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet
Jelena Baljak, Zavod za zaštitu prirode Srbije
Vladimir Popović, Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet
Marko Milosavljević, Agencija za prostorno planiranje i urbanizam RS

ODRŽIVI URBANI RAZVOJ KROZ INICIJALNU PRIMENU ZELENE AGENDE U PROCESU URBANISTIČKOG I STRATEŠKOG PLANIRANJA	9
Natalija Stanković, Anđela Stevčić	
SINERGIJA URBANE REGENERACIJE I ZELENE INFRASTRUKTURE KAO KORAK KA STVARANJU ODRŽIVOG GRADA I TRANSFORMACIJE BRAUNFELD LOKACIJE: STUDIJA SLUČAJA U GRADU NIŠU	17
Maša Randelović, Natalija Stanković	
ZELENA INFRASTRUKTURA U NOVOM SADU: STANJE, IZAZOVI I PERSPEKTIVE .	25
Miša Stanković, Snežana Sokanović	
EKOLOŠKE POSLJEDICE ZAGAĐENJA U PLJEVLJIMA: KAKO ĆE ZELENA ENERGETSKA TRANZICIJA OBLIKOVATI BUDUĆNOST PLJEVALJSKOG KRAJA? ...	33
Slađana Popović	
MODELOVANJE KLIMATSKIH PROMENA U FUNKCIJI PROCENE RANJIVOSTI STANOVNIŠTVA	41
Aleksa Stevanović	
UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA POLJOPRIVREDNU PROIZVODNJU U REGIONU NIŠA.....	47
Marija Stevanović	
UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA PLANIRANJE, UREĐENJE I ZAŠTITU GRADA BEOGRADA	53
Teodora Radović, Marija Bačić	
PRIMENA GIS-A I METODE VIŠEKRITERIJUMSKE ANALIZE ZA IDENTIFIKACIJU POTENCIJALNIH LOKACIJA ZA IZGRADNJU SOLARNIH ELEKTRANA NA TERITORIJI JABLANIČKOG OKRUGA.....	59
Matija Milić, Milan Miletić, Jovana Vuletić	
PRIMENA GIS-A I AHP METODE PRI IZBORU POTENCIJALNIH LOKACIJA ZA IZGRADNJU SOLARNIH ELEKTRANA NA TERITORIJI OPŠTINE DOLJEVAC.....	67
Anastasija Blagojević, Tijana Milutinović	
ZNAČAJ GEO - EDUKATIVNIH STAZA U OKVIRU NACIONALNOG PARKA TARA ZA OBRAZOVANJE UČENIKA OSNOVNIH I SREDNJIH ŠKOLA	73
Nevena Marković	
BICIKLISTIČKE STAZE U BEOGRADU-PRILIKA ZA SMANJENJE AEROZAGAĐENJA I OPASNOST OD RESPIRATORNIH PROBLEMA ZA POJEDINCE.....	83
Krantić Emilija, Marjanović Nina, Drašković Jelena	
PLANIRANJE PROSTORA U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA ZA POTREBE RAZVOJA TURIZMA – STUDIJA SLUČAJA NP „TARA”	89
Branko Radeljić, Slobodanka Stankov, Radomir Stojanović	
ANALIZA ZASTUPLJENOSTI VODOVODNE INFRASTRUKTURE U REPUBLICI SRPSKOJ	97
Nikolina Đukić, Marko Kalaba, Nemanja Banjac	

Sadržaj

PRIMENA GIS-A I KARTOGRAFSKOG METODA U IDENTIFIKACIJI UGROŽENIH PODRUČJA – PRIMER PIO AVALA I KOSMAJ	103
Nikola Smolović	
PERSPEKTIVE ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE U RASADNIČKOJ PROIZVODNJI KROZ PRIMENU EKOLOŠKI PRIHVATLJIVIH SUPSTRATA	111
Kristina Đorđević, Dragana Skočajić, Marija Nešić, Ivana Bjedov, Danijela Đunisijević-Bojović, Filip Maksimović	
POBOLJŠANJE KVALITETA VAZDUHA U NOVOM SADU: ULOGA ZELENIH KROVOVA I BICIKLISTIČKIH STAZA U KAMPUSU UNIVERZITETA U NOVOM SADU.....	119
Ana Ristić, Sara Ristić, Saša Ristić	
UTICAJ TERMoeLEKTRANE UGLJEVIK NA ŽIVOTNU SREDINU.....	125
Snežana Maksimović, Nikolina Todorović, Marijana Pena, Milica Kevac	
UTICAJ HIDROELEKTRANA NA ŽIVOTNU SREDINU: STUDIJA SLUČAJA HE BOČAC	133
Nikolina Todorović, Snežana Maksimović, Milica Kevac, Marijana Pena	
TRENDovi PLUVIOMETRIJSKOG REŽIMA NA PROSTORU BANJA LUKE – ANALIZA UTICAJA NA VODNE RESURSE	139
Vanja Mirjana Vujić	
TRANSFORMACIJA POPULACIONE VELIČINE NASELJA OPŠTINA ARANĐELOVAC I LAZAREVAC KAO POSLEDICA DEPOPULACIJE	147
Radoslav Ranković	

UVODNA REČ

Prostorni planeri i saradnici iz srodnih struka okupili su se trinaesti put na naučno-stručnom skupu sa međunarodnim učešćem "Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine" kako bi sagledali i razmotrili aktuelne teme i profesionalne izazove sa kojima se susreću prilikom planiranja i uređenja prostora i zaštite životne sredine. Ovaj put, skup je ugostio Grad Vršac, smešten na dodiru banatske ravnice i Vršачkih planina, u pograničnoj zoni Srbije i Rumunije. Vršac je mesto u kome se prepliću različiti kulturno-istorijski uticaji, koji zajedno sa prirodnim odlikama područja, oblikuju društveni i ekonomski razvoj grada, poznatog po arhitektonskom nasleđu, kulturnoj i umetničkoj sceni, vinogradarstvu i ratarstvu, farmaceutske i prehrambenoj industriji i drugim granama privrede.

Pred vama stoji zbornik radova mladih istraživača, koji su u okviru posebne sekcije imali priliku da predstavljaju rezultate svojih istraživanja i ukažu na aktuelne probleme ili potencijale razvoja prostora. Kao i uvek, u ovoj sekciji su predstavljeni najraznovrsniji radovi, koji obrađuju široku paletu tema. U skladu sa osnovnom temom skupa, mladi stručnjaci su proučavali primene zelene agende u procesu planiranja prostora i analizirali stanje i mogućnosti razvoja zelene infrastrukture kao značajnog elementa za unapređenje kvaliteta životne sredine i postizanje ciljeva održivog razvoja. Nezaobilazna tema su klimatske promene, čiji uticaj je analiziran sa više aspekata, uključujući ekonomski, demografski i aspekt urbanog razvoja. Nemali broj radova se bavio analizom uticaja energetske postrojenja – hidroelektrana i termoelektrana – na životnu sredinu i potencijalima za budući zeleniji razvoj područja u kojima energetika predstavlja dominantan faktor razvoja.

Posebno raduje činjenica da je značajan broj mladih stručnjaka u svojim analizama koristio savremene tehnologije, što je naročito istaknuto u procesima identifikacije optimalnih lokacija za izgradnju solarnih elektrana, kao i identifikaciju ugroženih područja. Demografski trendovi su obrađeni u radovima koji prikazuju transformaciju populacione veličine naselja, ali je takođe analizirana i ranjivost stanovništva u odnosu na klimatske promene. Da mladi istraživači imaju potencijal da prostor posmatraju sa različitih gledišta, pokazuju i radovi koji se bave dostupnošću vodovodne infrastrukture i trendovima pluviometrijskog režima.

Asocijacija prostornih planera Srbije i Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu se zahvaljuju svim mladim istraživačima što su obogatili sadržaj skupa novim idejama formama i znanjima. Takođe, nadamo se da učešće na skupu, kao prilika za predstavljanje rezultata rada i razmenu mišljenja, predstavlja podsticaj za dalji rad i usavršavanje, te hvatanje u koštac sa problemima prostornog, ekološkog, ekonomskog i društvenog razvoja.

Urednik

ODRŽIVI URBANI RAZVOJ KROZ INICIJALNU PRIMENU ZELENE AGENDE U PROCESU URBANISTIČKOG I STRATEŠKOG PLANIRANJA

Natalija Stanković¹, Anđela Stevčić²

Apstrakt: Integracija zelene agende u rane faze urbanističkog planiranja ključna je za održive i ekološke gradove. Rad istražuje koncept zelene agende, njenu ulogu i primenu u savremenom urbanizmu i značaj za dugoročni razvoj gradskih sredina. Analizom primera dobre prakse iz Evrope predstavljaju se gradovi koji su uspešno implementirali strategije zelene infrastrukture, gde su projekti održivog razvoja postali standard u urbanističkom planiranju. Rad se zatim bavi ispitivanjem trenutnog stanja u Srbiji, sa posebnim osvrtom na gradove u južnom delu Srbije. Ispituje se planska dokumentacija i regulativa, koje definišu procenat zelenih površina u urbanim zonama, kao i postojeće strategije za sprovođenje ciljeva održivog razvoja. Fokus je na identifikaciji odstupanja između planiranja i realizacije, naročito u pogledu nedostatka zelenih površina i zanemarivanja značaja zelenila i uređenih slobodnih prostora u procesu urbanističkog projektovanja. U završnom delu rada formulišu se konkretne preporuke za unapređenje urbanih prostora, sa ciljem adekvatnije integracije zelene infrastrukture i stvaranja ekološki prihvatljivijih gradova i zdravijih urbanih sredina, prijatnijih za život stanovnika. Neophodno je povećati svest o važnosti uključivanja ovog koncepta u rane faze urbanističkog planiranja, pre nego što se pristupi izradi planova nižeg reda. Ukoliko principi zelene agende nisu integrisani u ovom periodu, kasnije će biti značajno teže i skuplje uvođenje zelenih površina u urbano tkivo.

Ključne reči: zelena agenda; urbanističko planiranje; zelena infrastruktura; održivi razvoj; urbana ekologija

SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT THROUGH THE INITIAL IMPLEMENTATION OF THE GREEN AGENDA IN URBAN AND STRATEGIC PLANNING

Abstract: The integration of the green agenda into the early stages of urban planning is crucial for the development of sustainable and environmentally friendly cities. This paper explores the concept of the green agenda, its role and integration in contemporary urbanism, and its significance for the long-term development of urban areas. By analyzing best practices from Europe, the study presents cities that have successfully implemented green infrastructure strategies, where sustainable development projects have become a standard in urban planning. The research continues with an examination of the current situation in Serbia, with a particular focus on cities in the southern region. It analyzes planning

¹ ICUN, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija, natalija.stankovic@icun.ni.ac.rs,
ORCID: 0009-0009-3532-8878

² ICUN, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija, andjela.stevcic@icun.ni.ac.rs,
ORCID: 0009-0007-1295-9998

documentation and regulations that define the percentage of green spaces in urban zones, as well as existing strategies for achieving sustainable development goals. The focus is on identifying discrepancies between planning and implementation, particularly regarding the insufficient provision of green spaces and the neglect of their importance in urban design. In the final section, specific recommendations are proposed to improve urban spaces, aiming for a more effective integration of green infrastructure and the creation of environmentally sustainable and functional cities. It is essential to raise awareness of the importance of integrating this concept into the early stages of urban planning before proceeding with the development of lower-tier plans. If green agenda principles are not integrated at this stage, introducing green spaces into the urban fabric later will be significantly more difficult and costly.

Key words: green agenda; urban planning; green infrastructure; sustainable development; urban ecology

UVOD

Klimatske promene, rapidna urbanizacija, zagađenje vazduha, nedostatak zelenih površina i nekontrolisana eksploatacija resursa predstavljaju glavne izazove sa kojima se gradovi sve intenzivnije suočavaju. Uprkos rastućoj svesti o važnosti održivog razvoja, višestruki značaj i moć prirode u urbanim sredinama i dalje se često zanemaruju. Posebno zabrinjava činjenica da su mlađe generacije sve više udaljene od prirodnog okruženja. Odrastajući u eri digitalnih tehnologija, kompjuterskih igara i života u zatvorenom prostoru, priroda im postaje apstraktna i udaljena. Sličan trend primećuje se i kod odraslih, koji, usled ubrzanog načina života i sve veće vezanosti za izgrađeni prostor, sve ređe ostvaruju kontakt s prirodom, što dodatno doprinosi njenom zanemarivanju. Ovi trendovi jasno ukazuju na potrebu da preispitamo način na koji planiramo i oblikujemo svoje gradove (Beatley, 2011).

U vezi sa tim, neophodno je oblikovati gradove na način koji stavlja prirodu u prvi, a ne u drugi plan. Nikada do sada potreba za kreativnim urbanim dizajnom i planiranjem, koje prirodu integriše kao suštinski element grada, a ne kao naknadnu misao, nije bila veća. U tom kontekstu, koncept biofilnog urbanizma naglašava važnost povezivanja ljudi sa prirodnim okruženjem kroz plansko ozelenjavanje prostora i upotrebu prirodnih i ekoloških materijala. Pojam zelene agende vezuje se za sveobuhvatan pristup planiranju i upravljanju urbanim prostorima, koji podrazumeva integraciju prirodnih elemenata i ekoloških principa u sve faze urbanističkog razvoja. Zelena agenda, kao strateški okvir održivog razvoja, direktno se oslanja na koncept urbane zelene infrastrukture, koja obuhvata planski oblikovane zelene površine i prirodne sisteme sa ciljem unapređenja kvaliteta urbanog života i ekološke otpornosti gradova. Predmet istraživačkog rada je detaljna analiza značaja zelene agende u urbanističkom planiranju, sa posebnim naglaskom na njen uticaj u ranim fazama razvoja urbanih prostora. Analizira se primer dobre prakse iz Evrope - Kopenhagen, gde su principi urbane zelene infrastrukture uspešno implementirani i postali deo standardnog planerskog pristupa. Uporedo, kroz analizu planske regulative u Srbiji, ispituju se izazovi i ograničenja u primeni ovog koncepta, s fokusom na gradove u južnom delu zemlje – Niš, Vranje i Leskovac.

Cilj rada je da ukaže na prednosti pravovremene implementacije elemenata urbane zelene infrastrukture u proces urbanističkog planiranja i da na osnovu evropskih primera dobre prakse formuliše preporuke za unapređenje urbanih prostora u Srbiji. U delu istraživanja koje se odnosi na sagledavanje uloge i značaja zelene agende primenjen je metod analize i deskripcije. Osim toga, korišćene metode u radu uključuju analizu planskih dokumenata, komparativnu analizu primera dobre prakse iz Evrope i evaluaciju trenutnog stanja u domaćem kontekstu.

ZELENA AGENDA U SAVREMENOM URBANIZMU

U diskusijama o načinima prilagođavanja klimatskim promenama, rešenjima za rapidnu urbanizaciju, uslugama ekosistema i ulozi zelene infrastrukture, u poslednjih nekoliko decenija predstavljeno je nekoliko koncepata i pristupa urbanog razvoja koji su ekološki orijentisani: 1) Rešenja zasnovana na prirodi (Nature-based Solutions, NbS); 2) Prilagođavanje ekosistemima (Ecosystem-based Adaptation, EbA); 3) Urbana zelena infrastruktura (Urban Green Infrastructure, UGI); i 4) Usluge ekosistema (Ecosystem Services, ESS). Zbog širokih i ponekad nejasnih definicija ovih pojmova, različitih interpretacija i raznovrsnih aktera koji ih promovišu, teško je povući jasnu granicu između njih (Vasilevska M. & Vasilevska Lj., 2019). Ovo istraživanje se vezuje za koncept urbane zelene infrastrukture (UGI), koji je, u poređenju sa ostalim, od početka imao jasnu vezu sa planerskim i urbanim kontekstom, snažno je povezan sa urbanističkim planiranjem i ukorenjen je u pejzažnoj arhitekturi. Uprkos razlikama, svim definicijama UGI-ja je zajedničko da razvojem multifunkcionalnih sistema zelenih prostora, UGI može doprineti održivoj budućnosti gradova rešavanjem glavnih urbanih izazova, poput sukoba u korišćenju zemljišta, prilagođavanja klimatskim promenama, očuvanja biodiverziteta, demografskih promena, povećanja socijalne kohezije, tranzicije ka zelenoj ekonomiji i očuvanja/poboljšanja zdravlja ljudi i njihovog blagostanja.

Bitno je napomenuti da je Green Surge (Green Infrastructure and Urban Biodiversity for Sustainable Urban Development and the Green Economy), istraživački projekat finansiran kroz EU FP7 program (2013–2017), kroz sumiranje nalaza istraživanja i analizu nekoliko evropskih gradova ponudio smernice za efikasnu integraciju zelene infrastrukture u urbanističke planove (Cvejić i dr., 2017).

Koncept biofilnog urbanizma i dalje evoluira i ne postoji jedinstvena definicija koja ga u potpunosti obuhvata. On se često preklapa sa zelenim urbanizmom, ali dok zeleni urbanizam stavlja akcenat na održivost i ekološku efikasnost, biofilni urbanizam se specifično fokusira na ljudsku potrebu za povezanošću sa prirodom i koristi prirodne elemente ne samo zbog njihove ekološke vrednosti, već i zbog pozitivnog uticaja na zdravlje i dobrobit stanovnika. Shodno tome, biofilni grad može se okarakterisati kao onaj koji čuva, obnavlja i neguje prirodu, integriše je u urbani život kroz implementaciju elemenata urbane zelene infrastrukture i podstiče boravak stanovnika na otvorenom. Za postizanje održivih gradova neophodno je napustiti linearni model upravljanja resursima, koji podrazumeva da se oni troše i potom odbacuju kao otpad, i preći na cirkularni pristup gde se otpad reciklira i ponovo koristi kao vredan resurs (Barnett, 2015).

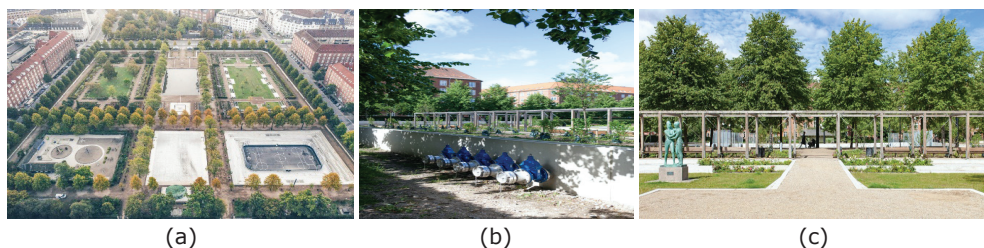
Primer dobre prakse – Kopenhagen, Danska

U poslednjih par decenija, Kopenhagen, glavni grad Danske, suočavao se sa izazovima izazvanim klimatskim promenama, uključujući teške poplave iz 2011. i 2014. godine, koje su premašile padavine koje se dešavaju jednom u sto godina. Kao odgovor na ove izazove, prilagođavanje klimatskim promenama postalo je prioritet u urbanističkom planiranju i formiranju urbanih politika u Kopenhagenu. Od 2012. godine, Gradski savet Kopenhagena započeo je razvoj niza politika za prilagođavanje kako bi se efikasno suočio sa ekstremnim vremenskim uslovima i klimatskim promenama i najpre razvija koncept procene klimatskih rizika (Xu i dr., 2021). Koncept objedinjuje različite informacije – topografske karakteristike terena, očekivani porast nivoa mora, učestalost olujnih udara, raspodelu padavina i oticanja vode, kao i ekonomsku vrednost nepokretnosti u regionu. Sve prikupljene informacije integrišu se u GIS sistem, čime se omogućava izrada interaktivnih mapa koje omogućavaju identifikaciju područja koja su najugroženija ili najvrednija za zaštitu. Kopenhagen

Održivi urbani razvoj kroz inicijalnu primenu zelene agende u procesu urbanističkog i strateškog planiranja

je 2012. godine razvio plan za upravljanje kratkotrajnim, intenzivnim padavinama (više od 15 mm za 30 minuta) pod nazivom Cloudburst Management Plan, kao deo Plana klimatske adaptacije (Copenhagen Climate Adaptation Plan), fokusirajući se na četiri ključna aspekta: poboljšanje otpornosti grada na poplave, definisanje zona zaštite, određivanje prioriteta za intervencije i uspostavljanje finansijskog i pravnog okvira (Cloudburst Management Plan Copenhagen, 2023). Ovaj plan obuhvata oko 300 projekata širom grada, koji se, zbog ograničenih budžetskih sredstava, sprovode fazno tokom 20 godina, pri čemu se prioritet daje najugroženijim područjima (Copenhagen: Green Infrastructure Prevents Flooding, n.d.). S obzirom na postojeću izgrađenu strukturu i nedostatak pravovremenog planiranja zelenih površina, projekti se uglavnom fokusiraju na urbanu regeneraciju gradskih prostora – parkova, unutarblokovskih površina, ulica, igrališta, napuštenih i neuređenih zelenih površina i drugih urbanih zelenih prostora.

Jedan od najznačajnijih realizovanih projekata u okviru Cloudburst Management Plan-a jeste Enghaveparken Climate Park (Slika 1a), prvobitno formiran 1928. godine. Osnovan na neoklasicističkom stilu, njegov dizajn je od samog početka uključivao nacрте Arnea Jacobsena, poput reflektujućeg bazena, naglašenih geometrijskih osa i paviljona (THIRD NATURE, n.d.). Međutim, kako su se klimatske promene ubrzano manifestovale i kako je urbanizacija napredovala, park više nije mogao da odgovori na nove izazove koji su proistekli iz tih promena. Tokom 2010-ih, učestale poplave izazvane oblinim pljuskovima ukazale su na potrebu za njegovom adaptacijom u skladu sa novim klimatskim uslovima. U skladu sa strategijama urbane adaptacije na klimatske promene, Enghaveparken je transformisan u klimatski park, čime je omogućeno efikasno upravljanje kišnim oticajem i smanjenje negativnog uticaja na okolinu. Jedno od krucijalnih rešenja ove transformacije je upotreba vodenog zida, koji ne predstavlja samo tehničko rešenje za izazove sa vodom, već i značajan estetski i edukativni element (Slika 1b). Park koristi i podzemni rezervoar kapaciteta 2.000 m³ za prikupljanje kišnice koja dolazi sa krovova novih urbanih kompleksa, kao što je Carlsberg City. Sa novim zasadima koja uključuju 83 nova stabla i baštom ruža, park je postao biodiverzitetki bogatiji, čime doprinosi očuvanju i unapređenju urbanih ekosistema (Slika 1c) (THIRD NATURE, n.d.). Na ovaj način, park se postavlja kao primer sinergije između kulturnog nasleđa i održivog urbanog razvoja, pokazujući kako zelena agenda može biti integrisana u proces prostornog i strateškog planiranja. Dodatno, park pruža estetske užitke tokom cele godine i predstavlja spektakularan primer kako urbani prostori mogu evoluirati u skladu sa klimatskim izazovima, kulturološkim potrebama i društvenim vrednostima.



Slika 1. (a) Enghaveparken Climate Park, (b) Detalj vodenog zida, (c) Novozasađena bašta ruža

Izvor: (a), (b) i (c)

<https://landezine-award.com/enghave-climate-park-by-third-nature-tredje-natur-in-danish/>

ANALIZA PLANSKE REGULATIVE, STRATEGIJA I PLANOVA RAZVOJA GRADOVA U SRBIJI

Budući da su oblasti urbanističkog, odnosno prostornog planiranja složene i da tretiraju brojne aspekte, aktivnosti i sektore, urbanistička i prostornoplanerska regulativa u Srbiji treba da prati ovu složenost kroz povezivanje i usklađivanje svih zakona i podzakonskih akata u urbanističkom planiranju i srodnim oblastima. Obzirom da su urbanističko i prostorno planiranje delatnosti od javnog interesa, posebno je važno da su za njih vezani procesi i procedure transparentni, što se u dobroj meri obezbeđuje kroz definisanje i promociju učešća javnosti i aktera u procesu planiranja. Kao osnovni zakon Republike Srbije, Zakon o planiranju i izgradnji definiše uslove i način uređenja prostora, uključujući i zelene površine (Zakon o planiranju i izgradnji, 2009). Pored toga, Pravilnik o sadržini, načinu i postupku izrade dokumenata prostornog i urbanističkog planiranja osigurava da prostorni i urbanistički planovi integrišu zelenu infrastrukturu u skladu sa principima održivog razvoja (Pravilnik o izradi dokumenata prostornog i urbanističkog planiranja, 2019). Dokumenti za sprovođenje prostornih planova u Srbiji, posebno planovi detaljne regulacije i lokacijski uslovi, sadrže pravila uređenja i građenja, uključujući i određivanje minimalnog procenta zelenih površina u zavisnosti od tipa i namene građevinske parcele. Međutim, u praksi se ovi propisi često ne poštuju, što dovodi do situacije u kojoj pojedine parcele ostaju gotovo potpuno bez zelenih površina.

Analiza strategija razvoja Niša, Vranja i Leskovca

Gradovi Niš, Vranje i Leskovac u svojim strateškim planovima razvoja definišu ciljeve unapređenja zelene infrastrukture i održivog urbanog razvoja. Mere i strategije koje sprovode delimično su usklađene sa ciljevima Zelene agende za Zapadni Balkan, koja se zasniva na pet prioriteta: dekarbonizaciji, cirkularnoj ekonomiji, smanjenju zagađenja, održivoj poljoprivredi i zaštiti prirode i biodiverziteta.

Iako Niš raspolaže brojnim zelenim površinama, njihov raspored je neravnomeran, a ukupna količina uređenog zelenila po stanovniku znatno je ispod preporučenih evropskih standarda. Prosečna uređena zelena površina po stanovniku iznosi svega 5 m², dok je optimalan standard 12 m². Ukupne zelene površine, uključujući šume i šumsko zemljište, zauzimaju 4.770,56 ha, odnosno 17,89% urbanog područja, što je ispod evropskog proseka. Većinu tih površina čine šume i šumsko zemljište (2.234,20 ha ili 46,83% ukupnih zelenih površina), što ukazuje na nedovoljnu zastupljenost parkova i rekreativnih prostora dostupnih građanima (Strategija razvoja urbanog područja grada Niša, 2023). Glavni izazovi sa kojima se grad suočava uključuju nedostatak blokovskog zelenila, zagađen vazduh i klimatske promene koje dodatno ugrožavaju urbanu sredinu. Veliki deo zelenih površina ostaje neiskorišćen zbog divlje i neuređene vegetacije, dok su mnoge međublokovske zelene površine u poslednjim godinama pretvorene u parkirališta. Proces zelene i energetske tranzicije suočava se sa brojnim infrastrukturnim, ekološkim i društveno-ekonomskim izazovima, dok se među ključnim izdvajaju nedovoljna svesti građana o značaju energetske efikasnosti i održivih praksi, kao i ograničeni finansijski kapaciteti. Neadekvatno upravljanje otpadom i otpadnim vodama dodatno usporava sprovođenje održivih politika. Sve ove slabosti ukazuju na potrebu za sistemskim i dugoročnim merama koje bi omogućile efikasniju implementaciju zelene i energetske tranzicije, čiji će uspeh zavisiti od koordinacije lokalnih institucija i efikasne primene donetih mera. Kako bi se unapredila situacija, Strategija razvoja predviđa konkretne mere, među kojima je izrada katastra zelenila, koji bi omogućio bolje planiranje i upravljanje svim zelenim površinama. Takođe, predviđena je revitalizacija priobalja Nišave i drugih vodotokova, kao i povezivanje sa zelenim putevima, sa ciljem stvaranja plavo-zelene infrastrukture i uvođenja novih metoda za upravljanje kišnicom.

U okviru analize strateških prioriteta za razvoj grada Vranja u periodu 2021–2030. godine, iako se Zelena agenda i zelena infrastruktura ne pominju direktno, njihovi principi su prepoznati u planu razvoja. U poglavlju o infrastrukturi, urbanizmu i komunalnim delatnostima ističe se značaj unapređenja ekoloških standarda, energetske efikasnosti i korišćenja obnovljivih izvora energije. Projekat regionalne depandije "Meteris", usmeren na proširenje sistema upravljanja

Održivi urbani razvoj kroz inicijalnu primenu zelene agende u procesu urbanističkog i strateškog planiranja

otpadom i njegovu održivu obradu, u potpunosti je usklađen sa principima cirkularne ekonomije (Nacrt Plana razvoja grada Vranja, 2021). Analiza kvaliteta vazduha pokazuje da, uprkos određenim poboljšanjima poslednjih godina, i dalje postoji potreba za primenom savremenih tehnoloških rešenja, doslednijim sprovođenjem propisa i uvođenjem preventivnih i korektivnih mera. Kako bi se prevazišle ključne slabosti, poput neusaglašenosti planske dokumentacije sa stvarnim potrebama, nedostatka pouzdanih podataka, lošeg stanja postojeće infrastrukture i niske ekološke svesti, lokalna samouprava treba da ulaže u edukaciju kadrova, modernizaciju infrastrukturnih sistema, implementaciju naprednih tehnologija i unapređenje međusektorske koordinacije. Povećanje broja uređenih zelenih površina u urbanom jezgru grada, kao i planovi za smanjenje divljih deponija, predstavljaju jasno definisane ciljeve za grad Vranje.

Strateški dokumenti grada Leskovca prepoznaju zelenu infrastrukturu kao ključni element održivog urbanog razvoja, integrisanu kroz definisane ciljeve i mere. Poseban fokus stavljen je na očuvanje i uređenje javnih zelenih površina, pošumljavanje degradiranih područja, razvoj parkova i zaštitu prirodnih dobara. Zelena tranzicija podrazumeva primenu principa cirkularne ekonomije, unapređenje reciklaže i upravljanja otpadom, kao i poboljšanje urbane mobilnosti i energetske efikasnosti, sa ciljem postizanja niskougljeničnog razvoja. Planira se uvođenje zelenog katastra, po uzoru na Niš, koji će omogućiti sistemsko praćenje i upravljanje zelenilom. Leskovac se suočava s nepovoljnim mikroklimatskim uslovima, usled lošeg provetravanja tokom letnjih meseci i nedostatka zelenih površina. Ovaj problem je naročito izražen u Radničkom naselju, gde je značajan deo zelenih površina prenamenjen u parking prostore. Sličan problem postoji i u centru grada, gde nedostaju adekvatna parkirišta i garaže. Step en ozelenjenosti u Leskovcu iznosi 7,6 m² po stanovniku, dok uključivanjem zelenih površina u okviru drugih namena ta vrednost dostiže 26,7 m², što je i dalje ispod optimalnog nivoa od 30–50 m². Udeo zelenih površina u građevinskom području iznosi samo 2%, a kada se računaju i ostale zelene zone, taj procenat raste na 4,5%, što je daleko ispod preporučenih 10–15% za urbane sredine u Srbiji. Planirane inicijative za zelenu i energetska tranzicija uključuju izgradnju pešačkih staza duž Veternice, monitoring Kozaračke reke radi prevencije poplava i revitalizaciju obala Veternice u urbanom području. Takođe, predviđen je razvoj ekološkog javnog prevoza kroz rent-a-bajk sistem, postavljanje solarnih panela, izgradnja elektrane na biomasu, uvođenje prirodnog gasa u gradske toplane i subvencionisanje korišćenja čistijih energenata (Plan razvoja grada Leskovca za period 2023–2029, 2022).

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA - PREPORUKE ZA UNAPREĐENJE IMPLEMENTACIJE ZELENE AGENDE U PROCES PROSTORNOG I URBANISTIČKOG PLANIRANJA

Rezultati istraživanja pokazuju da pravovremena i sistematska implementacija zelene agende u proces prostornog i urbanističkog planiranja može značajno doprineti održivom urbanom razvoju. Analiza primera dobre prakse iz Kopenhaga ukazuje na efikasnost integracije zelene infrastrukture u urbano tkivo kroz inovativne i holističke pristupe, kao što su upravljanje kišnim oticajem i povećanje biodiverziteta u urbanim sredinama. Nasuprot tome, analiza planske regulative u Srbiji ukazuje na brojne izazove koji usporavaju implementaciju ovog koncepta. Ključni problemi su neusaglašenost planskih dokumenata, neadekvatna regulativa koja ne predviđa dovoljno prostora za zelenu infrastrukturu, kao i nepoštovanje važećih normi i standarda u praksi. Iako gradovi na jugu Srbije, poput Niša, Leskovca i Vranja, u svojim strategijama razvoja prepoznaju značaj zelene infrastrukture, realizacija konkretnih mera je i dalje ograničena. Uzimajući u obzir iskustva iz Kopenhaga, jasno je da transformacija urbanih sredina zahteva dugoročno planiranje, interdisciplinarni pristup i kontinuirano prilagođavanje novim izazovima. Kako bi se u Srbiji postigao veći napredak u ovom domenu, neophodno je preduzeti nekoliko ključnih koraka. Prvi je revizija i usklađivanje urbanističkih i prostornih planova sa principima zelene agende. Takođe, potrebno je ojačati mehanizme monitoringa i kontrole kako bi se osiguralo da urbanistički planovi ne ostanu samo teorijska osnova, već da se njihova rešenja uspešno sprovedu u praksu. Aktivnije učešće javnosti i stručne zajednice u procesu planiranja presudno je za bolje sagledavanje

lokalnih potreba i podizanje svesti o važnosti koncepta urbane zelene infrastrukture. Osim toga, moguće je kreirati finansijske instrumente i podsticaje koji bi olakšali sprovođenje zelenih rešenja, uključujući fondove za ozelenjavanje urbanih površina i poreske olakšice za investitore koji primenjuju održiva rešenja. Podsticanje primene rešenja zasnovanih na prirodi ne samo da će doprineti boljoj otpornosti gradova na klimatske promene, već će odgovoriti na šire ciljeve kao što su održivi urbani razvoj, unapređenje ili kreiranje usluga ekosistema, (re)oblikovanje urbanih pejzaža i poboljšanje kvaliteta stanovanja i življenja.

LITERATURA

Barnett, J. (2015). *The nature of urban design; a New York perspective on resilience*. Journal of Urban Design, 21(1), 153–154. <https://doi.org/10.1080/13574809.2016.1119570>.

Beatley, T. (2011). *Biophilic Cities: Integrating Nature into Urban Design and Planning*. Washington, DC: Island Press.

City of Copenhagen. (2011). Copenhagen climate adaptation plan. Dostupno na: <https://international.kk.dk/sites/default/files/2021-09/Copenhagen%20Climate%20Adaptation%20Plan%20-%202011%20-%20short%20version.pdf>

Cloudburst Management Plan - Copenhagen. (2023, July 25). *Interlace Hub*. Dostupno na: <https://interlace-hub.com/cloudburst-management-plan-copenhagen>

Copenhagen: Green Infrastructure Prevents Flooding – Global Opportunity Explorer. (n.d.) Dostupno na: <https://goexplorer.org/copenhagen-green-infrastructure-prevents-flooding/>

Cvejić, O., Eler, K., Pintar, M., Železnikar, Š., Haase, D., Kabisch, N., & Strohbach, M. (2017). *A typology of urban green spaces, ecosystem services provisioning services and demands (Report D3.1)*. Green Surge Project. https://assets.centralparknyc.org/pdfs/institute/p2p-upelp/1.004_Greensurge_A+Typology+of+Urban+Green+Spaces.pdf

Xu, H., Liu, L., & Ding, P. (2021). *Building Climate Resilient City through Multiple Scale Cooperative Planning: Experiences from Copenhagen*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1203(3), 032063. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1203/3/032063>

THIRD NATURE — Adaptation Park. (n.d.). Dostupno na: <https://www.thirdnaturearchitects.com/case/adaptation-park>

Pravilnik o izradi dokumenata prostornog i urbanističkog planiranja. ("Sl. glasnik RS", br. 32/2019). Dostupno na: <https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik-o-sadrzini-nacinu-postupku-izrade-dokumenata-prostornog-urbanistickog-planiranja.html>

Vasilevska, M., & Vasilevska, L. (2019). *Benefits of synergy of urban green infrastructure and integrated stormwater management approaches: Theoretical perspective and examples from Vienna*. Facta universitatis - Series: Architecture and Civil Engineering, 17(2), 145–157. <https://doi.org/10.2298/fuace190312008vvasil>

Zakon o planiranju i izgradnji. ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon, 9/2020, 52/2021 i 62/2023). Dostupno na: https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_planiranju_i_izgradnji.html

СТРАТЕГИЈА РАЗВОЈА УРБАНОГ ПОДРУЧЈА ГРАДА НИША – Сеп. 2023. год. Dostupno na: <https://www.ni.rs/wp-content/uploads/2023/10/Strategija-razvoja-urbanog-podrucja-grada-Nisa-FINAL.pdf>

Nacrt Plana razvoja grada Vranja 2021. Dostupno na: https://vranje.org.rs/uploads/files/13228-8395-2241-787-nacrt_plana_razvoja_grada_vranja_2021.pdf

ПЛАН РАЗВОЈА ГРАДА ЛЕСКОВЦА ЗА ПЕРИОД 2023. - 2029. ГОД. – Дец. 2022. год. Dostupno na: <https://novi.gradleskovac.org/plan-razvoja-grada/>

SINERGIJA URBANE REGENERACIJE I ZELENE INFRASTRUKTURE KAO KORAK KA STVARANJU ODRŽIVOG GRADA I TRANSFORMACIJE BRAUNFIELD LOKACIJE: STUDIJA SLUČAJA U GRADU NIŠU

Maša Randelović¹, Natalija Stanković²

Apstrakt: Urbani prostori na globalnom nivou prolaze kroz dinamične transformacije usled rapidne urbanizacije, klimatskih promena i degradacije izrađenog okruženja, što predstavlja ozbiljan izazov za njihov održivi razvoj. Kako bi osigurali svoju održivost i odupreli se pomenutim izazovima, gradovi današnjice sve češće pribegavaju savremenim urbanističkim konceptima. Ovaj rad istražuje sinergiju urbane regeneracije i koncepta zelene infrastrukture, ističući njihovu međusobnu povezanost i neophodnost integralnog pristupa u procesu održivog urbanog razvoja. Kroz istraživanje teorijskih osnova ovih koncepata i analizu uspešno realizovanog projekta iz Holandije, naglašavaju se višestruke prednosti njihove primene – od ekoloških, ekonomskih do društvenih i estetskih. Rad posebnu pažnju posvećuje studiji slučaja u Nišu, gde se predlaže konkretan model urbane regeneracije braunfield lokacije kroz integraciju elemenata zelene infrastrukture. Mere predložene u sklopu regeneracije odabrane lokacije imaju za cilj poboljšanje kvaliteta životne sredine, povoljan uticaj na povećanje biodiverziteta i jačanje socijalne kohezije. U zaključnom delu rada iznose se preporuke za budući razvoj, sa akcentom na potrebu za strateškim pristupom i podizanjem svesti o značaju integrisanog planiranja.

Ključne reči: održivost gradova; zelena infrastruktura; regeneracija; braunfield; Niš

SYNERGY OF URBAN REGENERATION AND GREEN INFRASTRUCTURE AS A STEP TOWARDS CREATING A SUSTAINABLE CITY AND TRANSFORMATION A BROWNFIELD SITE: A CASE STUDY IN THE CITY OF NIŠ

Abstract: Urban spaces on a global scale are undergoing dynamic transformations due to rapid urbanization, climate change and degradation of the built environment, which represents a serious challenge for their sustainable development. In order to ensure their sustainability and resist the aforementioned challenges, cities today are increasingly resorting to modern urban concepts. This paper explores the synergy of urban regeneration and the concept of green infrastructure, emphasizing their interconnectedness and the necessity of an integrated approach in the process of sustainable urban development. Through the research of the theoretical foundations of these concepts and the analysis of a successfully implemented project from the Netherlands, the multiple advantages of their application

¹ Inovacioni centar Univerziteta u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija, masa.randjelovic@icun.ni.ac.rs, ORCID: 0009-0004-9275-8448

² Inovacioni centar Univerziteta u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija, natalija.stankovic@icun.ni.ac.rs, ORCID: 0009-0009-3532-8878

are emphasized - from ecological, economic to social and aesthetic. The paper pays special attention to the case study in Niš, where a concrete model of urban regeneration of a brownfield site is proposed through the integration of green infrastructure elements. The measures proposed as part of the regeneration of the selected location aim to improve the quality of the environment, have a beneficial impact on increasing biodiversity and strengthening social cohesion. The final part of the paper presents recommendations for future development, with an emphasis on the need for a strategic approach and raising awareness of the importance of integrated planning.

Key words: sustainability of cities; green infrastructure; regeneration; brownfield; Niš

UVOD

U savremenoj arhitektonsko-urbanističkoj praksi, regeneracija napuštenih izgrađenih struktura, braunfilda, predstavlja jednu od prioritetnih oblasti delovanja (Lojančić, 2018). Sa tim u vezi, identifikacija postojećih i potencijalnih braunfilda i njihova klasifikacija prema parametrima značajnim za primenu neke od mera regeneracije, može doprineti uspešnoj integraciji ovih lokacija u tokove razvoja savremenih gradova (Perović & Kurtović Folić, 2012). Prema Gilbertu (1989), braunfeld lokacije se smatraju kapacitetom za podržavanje različitih zajednica za očuvanje prirode.

Trenutni izazovi i dinamične transformacije koje nastaju usled klimatskih promena, rapidne urbanizacije i degradacije izgrađenog okruženja svakodnevna su tema današnjice. U cilju pronalaska rešenja za održivi urbani razvoj, generisano je nekoliko urbanističkih ekološki orijentisanih pristupa koji u prvi plan stavljaju ulogu prirode i elemenata prirode u kreiranju održivog urbanog okruženja među koje se ubrajaju: Rešenja zasnovana na prirodi (NbS), Prilagođavanje zasnovano na ekosistemima (EbA), Urbana zelena infrastruktura (UGI) i Usluge ekosistema (ESS) (Randelović i Vasilevska, 2024). Zajednička karakteristika za sva četiri navedena rešenja predstavlja primena širokog spektra urbanih zelenih prostora.

Iz perspektive rapidne urbanizacije i zahtevom za dodatne prostore za izgradnju i korišćenje zemljišta, braunfeld lokacija čini se kao jedna od adekvatnih prostora, pogotovo kada se uzme u obzir činjenica o mogućnosti njene prenamene. Preuređenje braunfeld lokacija u urbanim tkivima uvođenjem zelene infrastrukture (UGI) smatra se povoljnim korakom ka rešavanju većine negativnih uticaja koje klimatske promene imaju na urbane sredine (Cizler, 2013). UGI se progresivno smatra suštinskim strukturnim delovima gradova (Laforteza, Davies, Sanesi & Konijnendijk, 2013) koji igraju ključnu ulogu u održivom razvoju Zemlje. Sve komponente UGI povezane su u jedinstveni sistem koji nastoji da pozitivno utiče na funkcionisanje i zdravlje ljudi u urbanim sredinama. Pomenuto povezivanje je važan i neizostavan aspekt urbanističkog planiranja (Breuste, Artmann, Li & Xie, 2015) i značajno može doprineti održivom razvoju gradova kroz pružanje ekosistemskih usluga.

Cilj rada predstavlja predlog sinergije urbane regeneracije i koncepta UGI na odabranoj braunfeld lokaciji na području grada Niša u procesu održivog urbanog razvoja po ugledu na prethodno analizirani primer dobre prakse u svetu. Za primer dobre prakse odabran je „Westergasfabriek“ u Holandiji, nekada fabrika gasa a danas park kulture. Preuzete mere iz primera dobre prakse koje se predviđaju kao adekvatne za odabranu braunfeld lokaciju u Nišu, odabrane su u cilju poboljšanja kvaliteta životne sredine, za povećanje biodiverziteta i jačanje socijalne kohezije.

TEORIJSKA OSNOVA – POJAM I OSNOVNE KARAKTERISTIKE URBANE REGENERACIJE, URBANE ZELENE INFRASTRUKTURE I BRAUNFILD LOKACIJA

Pojam urbane regeneracije se, prema smernicama Saveta Evrope za urbanu rehabilitaciju, posmatra i definiše kao privilegovani instrument održivog razvoja (Goble i sar, 2006). Predmet održivog razvoja je obezbeđivanje prenosa resursa iz prošlosti budućim generacijama, bez rasipništva i gubitka (Vaništa Lazarević i Đukić, 2006).

Braunfield lokacije prepoznate su kao jedinstveni urbani oblik trenutno neuređenih, zapuštenih, odnosno „divljih“ lokacija kojima je, prethodilo razvijeno zemljište. Sam koncept se pojavio krajem XX veka. Ovakvi prostori se smatraju neiskorišćenim, a neretko se vezuju i nazivaju pustim postindustrijskim zemljištem. Obično su to prostori koji su pripadali objektima javne namene (često i stambene), najčešće fabrike, železničke pruge, rudnici, kamenolomi itd. Međutim, preciznija klasifikacija se može voditi na osnovu parametara koji prikazuju prethodnu namenu lokacija, njihov položaj u odnosu na urbano tkivo, stepen zagađenosti, socioekonomske aspekte itd (Perović & Kurtović Folić, 2012).

Sve veći broj istraživača posmatra rekonstrukciju braunfilda kao kritičku strategiju za ublažavanje negativnih posledica uticaja klimatskih promena (Cizler, 2013) koje, između ostalog, deluju i na toksičnost zagađivača, ubrzavaju njihovu migraciju i disperziju (Libera et al., 2019). Braunfield, kao ključna komponenta urbane 'sive' infrastrukture može se integrisati sa urbanom 'zelenom' i na taj način prikazati svoju ulogu u stvaranju otpornijih gradova na uticaje klimatskih promena. Neophodno je napomenuti da načini i tipovi njihove ponovne upotrebe u najvećoj meri zavise od nivoa urbanizacije u okruženju i od specifičnih regionalnih karakteristika, ne od njihove prethodne namene odnosno upotrebe.

Koncept zelene infrastrukture (GI) razvio se tokom 1990-ih kao odgovor na sve veću zabrinutost zbog nekontrolisanog širenja urbanih područja u američkim gradovima. Prema definiciji Landscape Institute UK iz 2013, GI predstavlja mrežu prirodnih i poluprirodnih elemenata, zelenih površina, reka i jezera, koji međusobno povezuju različita područja, naselja i gradove. UGI se odnosi na pomenutu mrežu isključivo u urbanim područjima. Ona pruža brojne usluge i često se pokazuje isplativijom, otpornijom i efikasnijom u ispunjavanju socijalnih, ekoloških i ekonomskih ciljeva u poređenju sa 'sivom' infrastrukturom.

Urbani braunfildi prekriveni vegetacijom, različitim elementima UGI pružaju mnogobrojne usluge ekosistemima koje imaju ulogu u rešavanju trenutnih izazova sa kojima se urbane sredine susreću. To se odnosi na prilagođavanje klimatskim promenama, sprečavanje gubitka biodiverziteta, jačanje i negovanje zdravog urbanog okruženja.

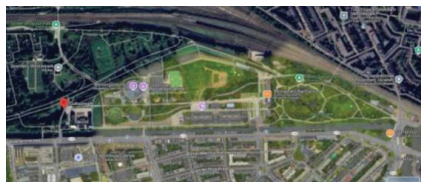
PRIMER DOBRE PRAKSE

Kao odgovarajući primeri dobre prakse iz sveta koji prikazuje regeneraciju braunfield lokacije korišćenjem elemenata UGI odabran je jedan iz Holandije – Park kulture „Westergasfabriek“.

Westergasfabriek, Amsterdam, Holandija

„Westergasfabriek“ nalazi se u Holandiji, na periferiji centralnog Amsterdama. Lokacija je blizu gradskog istorijskog istoimenog parka i zahvata površinu od 35 ha (Slika 1). Osnovan je 1885. godine i predstavljao je jedan od glavnih postrojenja za proizvodnju gasa u Holandiji (Slika 2). Postrojenje je prestalo sa radom sredinom XX veka. Nakon prestanka rada, prostor je ostao kontaminiran usled prisustva teških metala i ostataka ugljovodonika te je zemljište bilo neupotrebljivo i zahtevalo je kompleksan proces sanacije. Javila se potreba za regeneracijom lokacije i preimenom iste.

Sinergija urbane regeneracije i zelene infrastrukture kao korak ka stvaranju održivog grada i transformacije braunfild lokacije: studija slučaja u gradu Nišu



Slika 1. Prikaz lokacije
(izvor: Google maps)

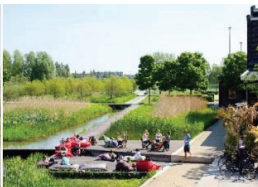


Slika 2. Prethodan izgled i namena lokacije

(izvor: <https://nl.pinterest.com/pin/110197522111617666/>, <https://nl.pinterest.com/pin/217580225734718700/>)

Regeneracija Westergasfabriek-a započeta je 1990. godine. Pre same regeneracije, sprovedena je ekološka sanacija koja je obuhvatala biološko i hemijsko prečišćavanje zemljišta kako bi se eliminisali zagađivači, bioremedijacija, proces u kojem mikroorganizmi razgrađuju toksične materije, uvođenje vodenih sistema i vegetacijskih filtera radi dodatnog prečišćavanja tla i vode. Ideja je bila transformacija, prenamena prostora u kombinaciju javnog parka i kulturno-kreativnog centra čime bi se omogućio širok spektar urbanih funkcija. Fokus sveukupnog master plana je bio na stvaranju zelenog rekreativnog parka namenjenog isključivo lokalnom stanovništvu, sa jakim naglaskom na prirodno okruženje. Glavni akteri prilikom regeneracije bili su grad Amsterdam, arhitekta i pejzažni dizajneri. Gustafson Porter je bio vođa dizajnerskog tima. Iznos projekta bio je £21,500,000 (Gustafson Porter + Bowman, 2006).

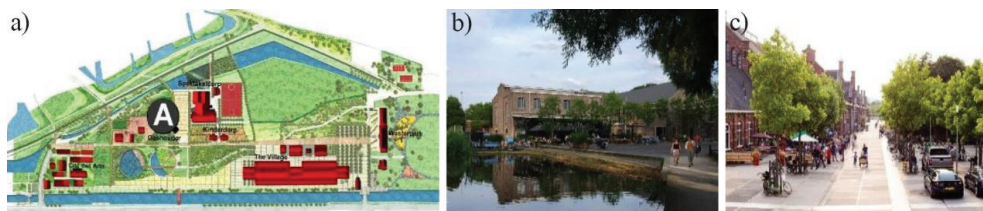
Obnova prostora uključivala je i implementaciju inovativnih zelenih rešenja koja su doprinela njegovoj održivosti. Ključni elementi UGI uključuju velike travnate površine i urbane bašte koje poboljšavaju kvalitet vazduha i smanjuju efekat urbanog toplotnog ostrva (Slika 3). Takođe, u sklopu regeneracije uključena je i sadnja autohtonih biljnih vrsta zarad očuvanja biodiverziteta i unapređenja mikroklimе.



Slika 3. Prikaz implementacije elemenata ZI na lokaciji

(izvor: <https://www.archdaily.com/803228/cultuurpark-westergasfabriek-gustafson-porter-plus-bowman/58755683e58ecea37600020e-cultuurpark-westergasfabriek-gustafson-porter-plus-bowman-photo>)

Pored uvođenja elemenata UGI, uvedene su i pešačke i biciklističke staze koje podstiču održivu mobilnost, veštačka jezera i sistemi za upravljanje kišnicom koji omogućavaju bolje upravljanje vodnim resursima. Centar sada sadrži galerije, jaslice, centar za dečije aktivnosti, pozorište, restorane i kafiće (Slika 4). Rezultat je prepoznat kao odličan primer dobre prakse regeneracije braunfild lokacije i dodeljene su joj mnogobrojne nagrade i priznanja.



Slika 4. (a) Plan uvođenja novih sadržaja na lokaciji, (b) veštačko jezero, (c) restorani, kafići i dr. uz pešačku stazu

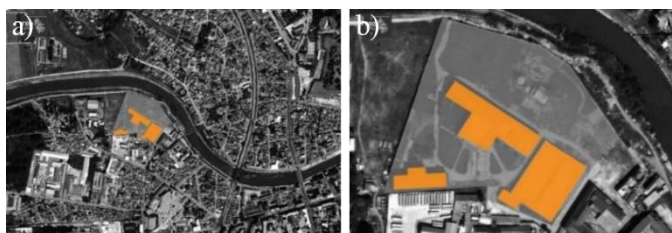
(izvor: <https://www.mecanoo.nl/Projects/project/91/Westergasfabriek-Terrain>)

STUDIJA SLUČAJA U NIŠU, SRBIJA

Poglavlje se bavi analizom trenutnog stanja odabrane lokacije u Nišu – napuštenog industrijskog kompleksa fabrike kože “Đuka Dinić” zarad istraživanja mogućnosti njegove regeneracije kroz konceptualni predlog zasnovan na principima UGI, s ciljem unapređenja ekoloških, društvenih i urbanističkih kvaliteta ovog prostora.

Trenutno stanje lokacije

Nekadašnja fabrika kože “Đuka Dinić” nalazi se na obali Nišave, približno 700 m nizvodno od centra grada Niša, na teritoriji opštine Crveni Krst. Kompleks od 4 ha, koji obuhvata 14 objekata industrijske baštine, danas je napušten i neiskorišćen, što predstavlja značajan potencijal za urbanu regeneraciju, pomoću adekvatne prenamene prostora i sa fokusom na primenu različitih elemenata UGI (Slika 5).



Slika 5. (a) Položaj analizanog područja u odnosu na makro lokaciju; (b) situacioni plan (<https://a3.geosrbija.rs/>)

Dva očuvana objekta pravougaone osnove površine 3700 m² i spratnosti P+1+Pk, građena su masivnim sistemom, s dvovodnim krovom i fasadom od opeke s velikim prozorima, karakterističnim za industrijske zgrade tog doba (Slika 6a). Naknadno dodata prizemna hala pravougaonog oblika površine 4300 m² ima skeletnu konstrukciju i ravan krov (Jovanović & Mirić, 2015), (Slika 6b). Nekada jedna od najmodernijih industrijskih postrojenja na Balkanu, fabrika je s vremenom izgubila funkciju, a sada predstavlja degradirani prostor sa vidljivim problemima (Slika 6c).



Slika 6. (a) Perspektivni prikaz očuvanih objekata; (b) naknadno dodata prizeman hala; (c) propadanje fizičkih struktura.

Izvor: (a) <https://zsknis.rs/>, (b) i (c) autorska fotodokumentacija

Prepoznati problemi na lokaciji su: ekološki problemi, neracionalno korišćenje građevinskog zemljišta, novi zahtevi za svojinom i zemljištem, gubitak i zaostajanje kvaliteta gradskog prostora, propadanje fizičkih struktura i intenzivni razvoj i rast grada, koji teži prestruktuiranju svojih sadržaja i njihovog prostornog razmeštaja i promene u užem ili širem okruženju grada, koje zahtevaju određene mere i intervencije na gradskom tkivu. Kompleks fabrike kože "Đuka Dinić" nije adekvatno zaštićen i arhitektonski valorizovan. Zbog njegovog istorijskog i arhitektonskog značaja, kao i činjenice da se u neposrednoj blizini nekada aktivne fabrike nalazi gusto naseljeni kvart i administrativni deo urbanog jezgra grada, moguće je dovesti u pitanje valjanost odluke. Odsustvo adekvatnog održavanja i planiranja dovelo je do izolacije ovog prostora, što negativno utiče na razvoj ovog dela grada.

Pored samih građevinskih struktura, poseban problem na lokaciji predstavljaju otvoreni, slobodni prostori koji su zapušteni, neuređeni i neiskorišćeni. Veliki deo prostora karakteriše nekontrolisana vegetacija, neadekvatno odlaganje otpada i zapušteni infrastrukturni elementi, što dodatno doprinosi degradaciji kompleksa i njegove neposredne okoline. Odsustvo planiranih zelenih površina i organizovanih prostora za rekreaciju ili javne sadržaje onemogućava povezivanje ovog industrijskog kompleksa sa gradskim tkivom i potencijalnim korisnicima. Održiva transformacija ovog prostora omogućila bi ponovno uključivanje napuštenog industrijskog kompleksa u urbani kontekst, a uspostavljanje ekološki svrsishodnih i estetski privlačnih javnih prostora dodatno bi podstaklo društvenu i ekonomsku revitalizaciju ovog područja, čime bi se popravio njegov trenutni status izolovanog i zapuštenog prostora.

DISKUSIJA – PRIKAZ MOGUĆE REGENERACIJE ODABRANOG BRAUNFILDA U NIŠU

UGI igra ključnu ulogu u predloženom konceptu transformacije odabranog braunfild područja u Nišu, kroz implementaciju mera, zasnovanih na analiziranom primeru dobre prakse i sprovedenim istraživanjima o njenoj funkciji i benefitima (Slika 7). Jedna od suštinskih mera regeneracije je formiranje linearnog parka duž obale Nišave, koji bi povezao ovaj prostor sa postojećim zelenim površinama i biciklističkim stazama, doprineo očuvanju biodiverziteta i poboljšao mikroklimu područja, stvarajući novi javni prostor za rekreaciju i boravak na otvorenom. Zajednički prostori za boravak na otvorenom, poput zelenih parkova, galerija, individualnih dvorišta sa zelenilom, igrališta i terena, poboljšali bi kvalitet života građana i podstakli socijalnu interakciju. Pored toga, predlaže se implementacija zelenih krovova i vertikalnih vrtova, koji bi doprineli energetske efikasnosti objekata, smanjenju efekta urbanog toplotnog ostrva i obezbeđenju dodatne površine za urbanu poljoprivredu.

Postavljanje solarnih panela na krovove objekata smanjilo bi zavisnost od konvencionalnih izvora energije i doprinelo održivosti. Održivo upravljanje vodnim resursima bilo bi omogućeno uvođenjem sistema za prikupljanje kišnice i korišćenjem permeabilnih površina i bioretenzija, čime bi se smanjio rizik od urbanih poplava i unapredila ekološka stabilnost lokacije. Revitalizacija industrijskih objekata podrazumevala bi ekološki dizajn, uključujući upotrebu recikliranih materijala i pasivne strategije energetske efikasnosti. Na taj način, nekadašnja industrijska baština dobila bi novu funkciju, prilagođenu savremenim potrebama grada.



Slika 7. Konceptualni predlog urbane regeneracije odabranog braunfild područja u Nišu

(izvor: autori)

ZAKLJUČAK

Predviđeni koncept transformacije prostora bivše fabrike "Đuka Dinić" obuhvata kombinaciju javnih, rezidencijalnih i komercijalnih sadržaja, sa naglaskom na ekološki dizajn pomoću uvođenja elemenata UGI. Postavljanjem sistema za prikupljanje i filtraciju kišnice omogućio bi se adekvatan tretman kišnog oticaja, kao i efikasnije korišćenje vode za navodnjavanje zelenih površina. Istovremeno, izgradnja sistema za infiltraciju i drenažu smanjila bi rizik od poplava i povećala otpornost područja na ekstremne vremenske uslove. Integracija kulturnih i društvenih sadržaja u obnovljeni kompleks, kroz prenamenu industrijskih objekata u multifunkcionalne prostore poput galerija, coworking centara, zanatskih radionica i prostora za održavanje javnih događaja, dodatno bi doprinela revitalizaciji područja i poboljšanju lokalne ekonomije. Ova prenamena oslanja se na koncept kružne ekonomije, gde se postojeći materijali i strukture ponovo koriste kako bi se smanjio negativan ekološki otisak i stvorio dugoročno održiv urbani prostor. Javni prostori, ozelenjeni trgovi i urbani vrtovi omogućili bi stvaranje prijatnog i funkcionalnog ambijenta, dok bi stambene jedinice integrisale zelene elemente kako bi poboljšale kvalitet stanovanja. U poređenju sa analiziranim primerom dobre prakse iz Holandije, regeneracija odabranog braunfilda u Nišu može se bazirati na principima prilagođenim lokalnom kontekstu, uzimajući u obzir ekološke, socijalne i ekonomske specifičnosti područja. Kulturni i edukativni centri bili bi usmereni na promociju održivih urbanih praksi, dok bi prostori posvećeni cirkularnoj ekonomiji, poput ekoloških tržnica i radionica za reciklažu materijala, doprineli održivoj upotrebi resursa i lokalnom ekonomskom razvoju. Na taj način, nekada zapuštena industrijska lokacija može postati model transformacije braunfilda u Srbiji, pružajući primer održive urbane regeneracije koja integriše prirodne, kulturne i društvene vrednosti u savremeni urbani razvoj.

ZAHVALNOST

Rad je realizovan uz finansijsku podršku Ministarstva za nauku, tehnološki razvoj i inovacije Republike Srbije, u okviru projekta koji se realizuje u Inovacionom centru Univerziteta u Nišu po modelu institucionalnog finansiranja (matični broj 451-03-136/2025-03/20037).

LITERATURA

Breuste, J., Artmann, M., Li, J. & Xie, M. (2015). Special Issue on Green Infrastructure for Urban Sustainability. *Journal of Urban Planning and Development*, 141(3), A2015001. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000291](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000291)

Cizler, J. (2013). Brownfield redevelopment as a measure for climate changes mitigation. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 63(4), 53-73. <https://doi.org/10.2298/IJGI1304057C>

Gilbert, O.L. (1989). *The Ecology of Urban Habitats*. London: Chapman & Hall.

Goble, M., Benoa, K., Dezimpelaer, V., Lopes F., Vio, S., Buzu, B., Pirković, J., Živanović, T., Šurdić, B., Kojadinović, D. & Rot, K. (2006). *Vodič za urbanu rehabilitaciju: dokument pripremljen u okviru Programa saradnje i tehničke pomoći Saveta Evrope*. Beograd: Luk ARCH - asocijacija za rehabilitaciju kulturnog nasleđa.

Gustafson Porter + Bowman. *Cultuurpark Westergasfabriek*. Dostupno na: <https://www.gp-b.com/cultuurpark-westergasfabriek> (Pristupljeno: 21. februara 2025.)

Jovanovic M. & Mirić A. (2015). Leather Factory 'Djuka Dinic' in Nis – Possibility of Revitaliation. *Journal of Faculty of Civil Engineering* 25, 745-750. <https://doi.org/10.14415/konferencijaGFS2014.100>

Laforteza, R., Davies, C., Sanesi, G. & Konijnendijk, C. (2013). Green Infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 6, 102–108. <https://doi.org/10.3832/ifor0723-006>

Libera, A., de Barros, F. P. J., Faybishenko, B., Eddy-Dilek, C., Denham, M., Lipnikov, K., Moulton, D., Maco, B., & Wainwright, H. (2019). Climate change impact on residual contaminants under sustainable remediation. *Journal of Contaminant Hydrology*, 226, 103518. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2019.103518>

Lojaničić, D. (2018). Identifikacija i klasifikacija braunfild lokacija na teritoriji Podunavlja u Srbiji. *Arhitektura i urbanizam*, 47, 46-55. <https://doi.org/10.5937/a-u0-19369>

Perović, S. & Kurtović Folić, N. (2012). Brownfield regeneration – imperative for sustainable urban development. *Građevinar*, 64, 373-383. <https://doi.org/10.14256/JCE.656.2012>

Randelović, M. & Vasilevska, L. (2024). Zeleni krovovi u funkciji usluga urbanih ekosistema. U: Lj. Vasilevska, M. Vasov, B. Blagojević (ured). *Zbornik radova sa Nacionalne konferencije sa međunarodnim učešćem – Zelena Gradnja 2024. Niš, Srbija*. (str. 265-270). Niš: Građevinsko-arhitektonski fakultet. <https://doi.org/10.5937/greenb24037R>

Vaništa Lazarević, E., & Đukić, A. (2006). Urbana regeneracija kao instrument održivog razvoja. *Arhitektura i urbanizam*, 18-19, 72-79.

ZELENA INFRASTRUKTURA U NOVOM SADU: STANJE, IZAZOVI I PERSPEKTIVE

Miša Stanković¹, Snežana Sokanović²

Apstrakt: Zelena infrastruktura predstavlja strateški značajan segment savremenog urbanog planiranja, jer doprinosi očuvanju ekosistema, poboljšanju kvaliteta života i adaptaciji na klimatske promene. Ovaj rad analizira stanje, izazove i perspektive razvoja zelene infrastrukture u Novom Sadu, jednom od najznačajnijih urbanih centara Srbije. Grad poseduje brojne prirodne i urbanizovane zelene površine, ali se poslednjih godina suočava sa negativnim efektima ubrzane urbanizacije, uključujući smanjenje zelenih zona i nepoštovanja planske dokumentacije. Rad identifikuje ključne prepreke i nudi niz preporuka za unapređenje: obavezno uvođenje zelenih krovova, gušće ozelenjavanje bulevara, razvoj urbanih i botaničkih bašti, izgradnju parking prostora sa propusnim trotoarima. Posebno je naglašena važnost doslednog sprovođenja urbanističkih planova i uključivanje građana u proces odlučivanja. Kroz primere iz Njujorka (High Line), Singapura (Gardens by the Bay) i Danske (Brøndby Garden City), pokazano je da integracija prirodnih elemenata u gradsku infrastrukturu može znatno poboljšati otpornost i funkcionalnost gradova. Zaključuje se da je dalji razvoj zelene infrastrukture u Novom Sadu moguć samo uz institucionalnu saradnju, političku volju i promenu svesti svih aktera u prostoru.

Ključne reči: Novi Sad, zelena infrastruktura, održivi razvoj, urbanističko planiranje, urbana ekologija

GREEN INFRASTRUCTURE IN NOVI SAD: STATE, CHALLENGES AND PERSPECTIVES

Abstract: Green infrastructure represents a strategically significant segment of modern urban planning, as it contributes to ecosystem preservation, improved quality of life, and adaptation to climate change. This paper analyzes the current state, challenges, and perspectives of green infrastructure development in Novi Sad, one of the most important urban centers in Serbia. The city has numerous natural and urbanized green spaces, but in recent years, it has faced the negative effects of accelerated urbanization, including the reduction of green zones and the disregard for planning documentation. The paper identifies key barriers and offers a series of recommendations for improvement: mandatory green roofs, denser greening of boulevards, development of urban and botanical gardens, and the construction of parking spaces with permeable sidewalks. The importance of consistent implementation of urban plans and citizen involvement in the decision-making process is

¹ Student DAS, Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Studentski trg 3/3 Beograd, misa.stankovic76@gmail.com, ORCID: 0009-0004-0690-3144

² Student MAS, Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Studentski trg 3/3 Beograd, sokanovic.geo@gmail.com; ORCID: 0009-0003-7624-9208

particularly emphasized. Examples from New York (High Line), Singapore (Gardens by the Bay), and Denmark (Brøndby Garden City) demonstrate that integrating natural elements into urban infrastructure can significantly enhance the resilience and functionality of cities. The conclusion is that further development of green infrastructure in Novi Sad is only possible through institutional cooperation, political will, and a change in the awareness of all stakeholders in the space.

Key words: Novi Sad, green infrastructure, sustainable development, urban planning, urban ecology

UVOD

Urbani razvoj savremenih gradova sve više se suočava sa potrebom za unapređenjem kvaliteta životne sredine, očuvanjem prirodnih resursa i adaptacijom na efekte klimatskih promena. U tom kontekstu, zelena infrastruktura predstavlja jedan od ključnih koncepata održivog urbanog planiranja, koji omogućava integraciju prirodnih elemenata u strukturu grada i doprinosi poboljšanju životnih uslova stanovništva. Zelena infrastruktura na nivou gradskog naselja obuhvata mrežu prirodnih i polu-prirodnih površina kao što su parkovi, drvoredi, gradske šume, krovni vrtovi i zelene površine duž vodotokova, koje zajedno funkcionišu kao ekosistemi unutar urbanog prostora. (Karas, 2022)

Grad Novi Sad, kao drugi po veličini grad u Srbiji i važno administrativno, ekonomsko i kulturno središte, poslednjih decenija prolazi kroz intenzivan proces urbanizacije. Taj proces prati smanjenje i fragmentacija zelenih površina, što stvara ozbiljne izazove za očuvanje ekološke ravnoteže i zdravlja stanovništva. Iako grad raspolaže značajnim prirodnim potencijalima, kao što su priobalje Dunava, Petrovaradinska tvrđava, Futoški park i Kamenički park, nedostatak strateškog pristupa u upravljanju zelenom infrastrukturom dovodi u pitanje njenu dugoročnu održivost. Cilj ovog rada je da se analizira postojeće stanje zelene infrastrukture u Novom Sadu, identifikuju glavni izazovi sa kojima se grad suočava u njenom očuvanju i razvoju, kao i da se predlože smernice za unapređenje i integraciju zelenih struktura u budući urbani razvoj. Istraživanje se oslanja na analizu relevantnih planskih dokumenata, statističkih podataka, postojeće literature i primera dobre prakse iz Evrope i sveta. Struktura rada organizovana je tako da se u drugom poglavlju razmatraju teorijski aspekti zelene infrastrukture, u trećem se analizira stanje u Novom Sadu, u četvrtom se ističu izazovi, dok se u petom predlažu perspektive i mere za njeno unapređenje. Rad se završava zaključkom koji obuhvata ključne nalaze i preporuke.

TEORIJSKO-POJMOVNI OKVIR

U Strategiji zelene infrastrukture, Evropska komisija definiše zelenu infrastrukturu kao strateški planiranu mrežu prirodnih i poluprirodnih područja sa ostalim ekološkim karakteristikama, koja je osmišljena i kojom se upravlja tako da može da pruži širok spektar ekosistemskih usluga. Ova infrastruktura uključuje elemente poput zelenih površina, vodnih tokova i šuma, koji pomažu u regulaciji klime, unapređuju kvalitet vazduha i vode, smanjuju rizike od poplava, i obezbeđuju prostore za rekreaciju. Zelena infrastruktura je sistem koji obuhvata kako urbane, tako i ruralne delove teritorije (European Commission, 2013).

Komponente zelene infrastrukture su raznovrsne, u rasponu od tradicionalnih parkova i urbanih šuma do inovativnih projektovanih karakteristika poput zelenih krovova i propusnih trotoara. Ovi elementi rade sinergijski kako bi se optimizivale usluge ekosistema u urbanim oblastima, rešavajući različite izazove kao što su upravljanje atmosferskim vodama i ublažavanje toplote u gradovima. Njihova osnovna funkcija je poboljšanje kvaliteta života stanovnika, očuvanje biodiverziteta, adaptacija na klimatske promene i unapređenje ekosistemskih usluga (ADI, 2023).

Benefiti zelene infrastrukture mogu se podeliti na ekološke, ekonomske i društvene. Ekološke prednosti obuhvataju mnoge usluge: od osiguranja hladovine, smanjenja buke, pročišćavanja i upravljanja vodama, preko zaštite od vetra, filtracije vazduha itd. U ekonomskom smislu prednosti zelene infrastrukture obuhvataju smanjenje brojnih troškova koji mogu uključivati troškove prečišćavanja voda, kanalizacije, održavanje objekata, uklanjanje prljavog vazduha ili troškove u zdravstvu. Socijalni značaj zelene infrastrukture se najčešće odnosi na poboljšanje telesnog i mentalnog zdravlja ljudi. To uključuje smanjivanje psihološkog stresa i srodnih bolesti, kao i bolesti uzrokovanih zagađenjem vazduha. (Karas, 2020)

STANJE ZELENE INFRASTRUKTURE U NOVOM SADU

Novi Sad kao drugi po veličini gradova u Srbiji, se nalazi se u središnjem delu Autonomne pokrajine Vojvodine, na severu Srbije, na granici Bačke i Srema. Grad leži na obalama reke Dunav, između 1252 i 1262 kilometra rečnog toka. Na levoj obali Dunava se nalazi ravničarski deo grada (Bačka), dok je na desnoj obali, na obroncima Fruške gore, smešten brdoviti deo grada (Srem). Nadmorska visina sa bačke strane je od 72 do 80 m, dok se sa sremske strane kreće između 250 i 350 m. Grad se nalazi na važnim saobraćajnim koridorima, što obezbeđuje značajne komparativne prednosti. Novi Sad ima drumsku, železničku i rečnu vezu sa okruženjem (Wikipedia, 2024).

Grad Novi Sad kontinuirano ulaže u poboljšanje kvaliteta životne sredine i povećanju zelenog fonda. Poslednjih godina Novi Sad je uložio preko 1,3 milijarde dinara na uređenju pejzažno arhitektonskih površina. Posađeno je preko 39 000 novih stabala, rekonstruisano preko 509 000 m² travnjaka i zasađeno preko 466 000 ukrasnog žbunja, žive ograde i sezonskog cveća. (Gradska uprava za građevinsko zemljište i investicije Novi Sad, lična komunikacija, 11. april 2025).

Veliki akcenat je stavljen na mikrolokacije, odnosno ozelenjavanje mini prostora, kao što su međublokovske površine i parterna uređenja objekata. Time su prostori oplemenjeni novim zelenim pokrivačima i drvoredima, što je sam grad učinilo još lepšim mestom za život. Dobar primer velikog ulaganja u mikrolokacije su tzv. "Četiri kule" na Beogradskom keju, gde je zasađena nova hortikultura na oko 2000 m². U sklopu zelenih mikrolokacija imamo primer "Urbanih džepova", na 46 različitih lokacija u gradskim i prigradskim naseljima Grada, gde su prostori takođe oplemenjeni novom hortikulturom. (Gradska uprava za građevinsko zemljište i investicije Novi Sad, lična komunikacija, 11. april 2025).

Što se velikih parkova tiče, pored Limanskog, Futoškog, Kameničkog i Dunavskog parka, pre dve godine je završen još jedan veliki park na 13 hektara površine između Detelinare i Novog naselja. To je dalo novi prostorni sjaj gradskom jezgru, gde Novosađani iz tog dela grada, imaju priliku svakodnevno da uživaju u prirodi. To su samo neki od dobrih primera, gde može da se vidi na koji način grad čuva i održava svoju zelenu infrastrukturu. Da ne izostavimo intenzivno ozelenjavanje Bulevara i priobalja uz Dunav i kanale. Građani imaju priliku da izglasaju na platformi "Tvoj Grad Novi Sad", gde žele da ima malo više zelenila i daju neke svoje predloge rukovodećem kadru Novog Sada (Gradska uprava za građevinsko zemljište i investicije Novi Sad, lična komunikacija, 11. april 2025). Grad Novi Sad je proglašen i za Evropsku prestonicu šuma 2023. godine, čime sve više teži da postane i zelena prestonica Evrope. (Gradska uprava za zaštitu životne sredine, lična komunikacija 11. april 2025).

Dokumenti i planovima kojima se vodi razvoj zelene infrastrukture u Gradu Novom Sadu su:

- 1) Regionalni prostorni plan APV („Službeni list APV“, br. 22/11)**
- 2) Prostorni plan Grada Novog Sada („Službeni list Grada Novog Sada“ br.11/12 i 9/21)**
- 3) Generalni urbanistički plan Grada Novog Sada do 2030. godine** – koji posebno naglašava koliko treba da se ispoštuje zastupljenost zelenila u Novom Sadu
- 4) Zakon o planiranju i izgradnji** - tačka 4.2. Pravila građenja - Član 31 – stav 9) obavezan procenat zastupljenosti zelenih površina na parceli na kojoj se grade poslovni, stambeno-poslovni, poslovno-stambeni i višeporodični objekti.
- 5) Pravilnik o sadržini, načinu i postupku izrade dokumenata prostornog i urbanističkog planiranja** Član 23 – stav 5) uslove za uređenje zelenih i slobodnih površina na parceli; i član 25 – stav 5) uslove za uređenje zelenih i slobodnih površina na parceli.
- 6) Prostorni plan područja posebne namene parka prirode „Begečka jama“ - (obuhvaćena K.O. Begeč)** - na XXV sednici Skupštine Grada Novog Sada 2022. godine, doneta je nova Odluka o proglašenju Parka prirode „Begečka jama“ zaštićenim područjem („Službeni list Grada Novog Sada“, broj 5/22).

Dosadašnje inicijative i ključni projekti u razvoju zelene infrastrukture su:

- a) Sentandrejski park - nalazi se kanal Dunava u naselju Slana bara u Novom Sadu i prostire se na 27 500 m² – projekat pokrenut od strane Ekološkog udruženja „Zeleni Sad“, a realizovan u saradnji sa Gradskim institucijama (Zeleni Sad, n.d.);
- b) „Naša oaza Šodroš“ – projekat koji je takođe pokrenut od strane Ekološkog udruženja „Zeleni Sad“, koji je ozelenio jedan deo priobalja Dunava u saradnji sa gradskim institucijama (Novim GUP-om obuhvaćeno i zelenije sređivanje Šodroša) (Zeleni Sad, n.d)
- c) Botanička bašta u Podgrađu Petrovaradinske tvrđave – urađen Urbanistički projekat bašte – prostiraće se na oko 4 ha površine sa različitim biljnim kolekcijama, staklenom baštom, japanskim vrtom (Gradska uprava za zaštitu životne sredine, lična komunikacija, 11. april 2025).

IZAZOVI U OČUVANJU I RAZVOJU ZELENE INFRASTRUKTURE

Brz urbanistički razvoj Novog Sada, naročito u poslednje dve decenije, doveo je do nekontrolisanog širenja stambenih i komercijalnih zona, što je rezultiralo smanjenju i fragmentaciji postojećih zelenih površina. Nove stambene četvrti, poput onih na Grbavici, Podbari, Novoj Detelinari i Telepu, razvijene su bez ikakve zelene infrastrukture, a pritom se i u njima primećuje pretvaranje dvorišta i medjstambenih prostora u parkinge. Pritisci investitora i nepoštovanje planske i strateške dokumentacije dodatno otežavaju očuvanje postojećeg zelenila. (JKP Parking Novi Sad, lična komunikacija, 10. april 2025)

Novi Sad se suočava sa posledicama klimatskih promena, uključujući porast prosečnih temperatura, učestalije toplotne talase, ekstremne vremenske nepogode i superćelijske oluje. Ovi faktori negativno utiču na zdravlje i dugovečnost urbanih zasada, povećavaju potrebu za navodnjavanjem i očuvanjem gradskog zelenila, ali istovremeno ističu dodatni

značaj razvoja zelene infrastrukture u gradu. (Gradska uprava za građevinsko zemljište i investicije, lična komunikacija 11. april 2025). Nakon poslednje superčelijske oluje 2023. godine stradalo je preko 2000 stabala od kojih mnogo još uvek nisu nadoknadjena novim sadnicama. (Gradska uprava za građevinsko zemljište i investicije, lična komunikacija, 11. april 2025)

Medju izazovima u očuvanju i razvoju zelene infrastrukture prisutni su i: spora realizacija planske dokumentacija, nedovoljna opremljenost zelenih prostora, nedostatak pojedinih kategorija zelenih prostora (urbana bašte, krovno zelenilo i botaničke bašte). Spora realizacija planske dokumentacije dovodi do kašnjenja u sprovođenju planiranih zelenih površina, a u pojedinim slučajevima i do njihovog preimenovanja u građevinske zone pod pritiskom investitora. Nedostatak pojedinih kategorija zelenih površina, naročito urbanih bašti, krovnog zelenila i botaničkih bašti, koje predstavljaju važan deo savremene zelene infrastrukture i doprinose unapređenju urbane biodiverziteta, energetske efikasnosti i otpornosti na klimatske promene. Ovi problemi ukazuju na potrebu za celovitijim i operativnijim pristupom planiranju i implementaciji zelene infrastrukture u urbanom razvoju grada. (Grad Novi Sad, 2015)

PERSPEKTIVE I PREDLOZI ZA UNAPREĐENJE

Proširenje i unapređenje zelene infrastrukture u Novom Sadu predstavlja jednu od ključnih strategija za unapređenje urbanog kvaliteta života, otpornosti na klimatske promene i ekološku održivost. Među konkretnim merama koje bi doprinele ostvarenju ovih ciljeva izdvajaju se uvođenje zelenih krovova, intenzivnije ozelenjavanje bulevara i prometnih saobraćajnica, formiranje novih parkova i javnih zelenih površina, ozelenjavanje buduće Zelene staze Novi Sad – Beočin, izgradnja parking prostora sa propusnim trotoarima, kao i razvoj savremenih oblika urbanog zelenila poput urbanih i botaničkih bašti.

Zeleni krovovi, kao vid ekstenzivne zelene infrastrukture, dokazano doprinose smanjenju efekta urbanog toplotnog ostrva, unapređenju mikroklimе i zadržavanju atmosferskih voda (Getter & Rowe, 2006). Preporučuje se njihovo uvođenje kao obavezni deo projektne dokumentacije za nove objekte javne i stambene namene, u skladu sa dobrim praksama iz Beča i Bazela. (Life Terra, 2025)

Gušće ozelenjavanje glavnih bulevara i saobraćajnica, poput Bulevara Evrope, Bulevara Patrijarha Pavla i Rumenačke ulica, može smanjiti zagađenje i buku (Gill et al., 2007), dok istovremeno poboljšava estetski i socijalni kvalitet prostora. Potrebno je formirati nove **parkove i gradske zelene prostore**, posebno u prenatrpanim delovima grada kao što su Grbavica, Podbara i Detelinara, gde je prisutna izrazita neravnomerna prostorna raspodela zelenih površina.

Izgradnja **parking prostora sa propusnim trotoarima (permeabilne površine)** može značajno doprineti smanjenju površinskog oticanja i obnavljanju podzemnih voda uz poboljšanje estetskog izgleda i smanjenje urbane zbijenosti. Osim toga, kombinovanje permeabilnih površina sa urbanim drvećem omogućava dodatno prečišćavanje vode, smanjenje toplotnog ostrva i unapređenje mikroklimе, čime se višestruko doprinosi održivom upravljanju padavinama u urbanim sredinama (EPA, 2015).

Zelena infrastruktura Novog Sada mora biti dopunjena i **alternativnim formama** poput **urbanih bašti i botaničkih (vrtnih) bašta**. Koncept **vrtnih gradova**, kao što je primer **Brondbi Botanički grad** u Kopenhagenu, može poslužiti kao model za slična rešenja u naseljima poput Veternika i Futoga, gde postoji prostor i interes lokalne zajednice za novim zelenim površinama (Brightvibes, 2021).

Inovativno urbano planiranje podrazumeva prenamenu neiskorišćenih prostora u multifunkcionalne javne površine. Najpoznatiji primer ovakvog pristupa je **Visoka zelena staza u Njujorku** (*High Line*), koja je transformisana iz napuštene železničke pruge u izdignuti park sa bogatom vegetacijom i urbanim mobilijarom (*Friends of the High Line*, 2023). Ovaj model je posebno primenljiv za revitalizaciju napuštenih zona u Novom Sadu – poput starih industrijskih postrojenja uz kanal Dunav-Tisa-Dunav.

Među najspektakularnijim primerima integracije prirode i arhitekture jeste **Bašta zaliva u Singapuru** (*Gardens by the Bay*), koja predstavlja kombinaciju futurističkog pejzaža, biodiverziteta i energetske efikasne rešenja. Njene „superdrveće“ konstrukcije sakupljaju solarnu energiju i podržavaju vertikalne vrtove (*Gardens by the Bay*, 2023). Sličan koncept mogao bi se primeniti u zoni Naučno-tehnološkog parka ili u okviru Univerzitetskog kampusa u Novom Sadu.

Najzad, **dosledno sprovođenje planskih dokumenata** predstavlja najvažniji preduslov za realizaciju svih prethodno predloženih mera i unapređenja. Bez čvrstog oslanjanja na prostorne i urbanističke planove, čak i najkvalitetnije ideje ostaju neprimenjene ili se sprovode parcijalno i neusaglašeno. Samo kroz doslednu primenu usvojenih strategija i regulativa moguće je obezbediti koordinisani razvoj zelene infrastrukture, očuvanje prostora i održivi urbani rast.

ZAKLJUČAK

Zelena infrastruktura u Novom Sadu ima ogroman preduslov za unapređenje, ali još uvek se guši u velikom uticaju urbanizacije. Analiza postojećeg stanja, ukazuje na značajnu neravnomernost u prostornoj raspodeli zelenih površina i još uvek veliku slabost u sprovođenju planskih dokumenata. Istovremeno grad poseduje prirodne kapacitete, stručne osnove i inspirativne međunarodne primere koji mogu poslužiti kao oslonac za razvoj integrisane i funkcionalne mreže zelene infrastrukture. Predložene mere – uvođenje obaveznih zelenih krovova, određen procenat ozelenjavanja Bulevara i ulica, zasađivanje novih parkova na praznim prostorima (Liman 2 i 3), ozelenjavanje staza zdravlja i izgradnja urbanih bašti – ne samo da odgovaraju izazovima savremenog urbanog planiranja, već se uklapa u širi kontekst tranzicije ka održivim i otpornim gradovima. Vođeni iskustvom gradova poput Bazela, Njujorka, Kopenhagena i Singapura, jasno je prikazano da inovativan pristup koji povezuje prirodu i infrastrukturu značajno može doprineti urbanoj otpornosti i inkluziji. Ni jedna od ovih ideja ne može da bude realizovana, ukoliko se ne budu primenjivali planovi i ukoliko institucije ne budu savesno realizovale projekte i međusobno sarađivale. Mora da se menja i svest investitora i građana u pogledu zelenila, da imamo više prirode, a manje betona. Novi Sad kao zajednica može u budućnosti jedino da opstane, ukoliko zelena infrastruktura bude osnov za sve, a ne samo estetski dodatak budućim projektima. Širenje grada će morati srazmerno da prati i širenje zelene infrastrukture, a ne smanjenje, kao što je to bila praksa do sada, jer je je to neophodno za ljudski opstanak u gradovima.

LITERATURA

ADI – *African Development Institute*. (2023). *Green Infrastructure in Urban Planning: Enhancing Water Management in Cities*. Dostupno na: <https://www.adi-international.org/green-infrastructure-in-urban-planning-enhancing-water-management-in-cities/> (Pristupljeno: 07.04.2025.)

Brightvibes. (2021). *The story behind Denmark's unique garden city of community circles*. Dostupno na: <https://www.brightvibes.com/the-story-behind-denmarks-unique-garden-city-of-community-circles/> (Pristupljeno: 08.04.2025.)

EPA. (2015). *Stormwater to Street Trees: Engineering Urban Forests for Stormwater Management*. United States Environmental Protection Agency.

European Commission. (2013). *Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital*. Publications Office of the European Union.

Gardens by the Bay. (n.d.). *About the Gardens*. Dostupno na: <https://www.gardensbythebay.com.sg/> (Pristupljeno: 08.04.2025.)

Getter, K. L., & Rowe, D. B. (2006). The role of green roofs in sustainable development. *HortScience*, 41(5), 1276–1285.

Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115–133.

Grad Novi Sad, Gradska uprava za zaštitu životne sredine. (2015). *Strategija razvoja sistema zelenih prostora grada Novog Sada 2015–2030*. Novi Sad: Jerković MBM DOO.

Karas, L. (2020). *Zelena infrastruktura kao potencijal održivog razvoja* (Završni rad). Prirodoslovno-matematički fakultet, Univerzitet u Zagrebu.

Wikipedia. (2025). *Novi Sad*. Wikipedia – slobodna enciklopedija. Dostupno na: https://sh.wikipedia.org/wiki/Novi_Sad (Pristupljeno: 14.04.2025.)

Dodatak 1: Neobjavljeni izvori i lična komunikacija

Gradska uprava za građevinsko zemljište i investicije Novi Sad. (2025). Neobjavljene informacije dobijene uvidom u internu dokumentaciju i komunikacijom sa službenicima, 11. aprila 2025.

Gradska uprava za zaštitu životne sredine Novi Sad. (2025). Neobjavljene informacije dobijene uvidom u internu dokumentaciju i komunikacijom sa službenicima, 11. aprila 2025.

JKP Parking Novi Sad. (2025). Podaci o planiranju zelenih površina i propusnih trotoara, dobijeni usmenom i elektronskom komunikacijom, 10. aprila 2025.

EKOLOŠKE POSLJEDICE ZAGAĐENJA U PLJEVLJIMA: KAKO ĆE ZELENA ENERGETSKA TRANZICIJA OBLIKOVATI BUDUĆNOST PLJEVALJSKOG KRAJA?

Slađana Popović¹

Apstrakt: Zagađenje životne sredine je jedan od najvećih globalnih izazova današnjice, koje ostavlja ozbiljne posljedice kako na prirodnu sredinu tako i na kvalitet života i zdravlje ljudi. Pljevlja, kao industrijski grad, imaju ozbiljne probleme sa zagađenjem životne sredine. U radu su izloženi prirodni, mikroklimatski i antropogeni faktori koji doprinose zagađenju sa posebnim naglaskom na rezultate sprovedene ankete u Pljevljima, koja ispituje nivo svijesti stanovništva o zagađenju, kvalitetu života, kao i problemima i izazovima sa kojima se suočavaju dugi niz godina. Pored ekoloških problema, Pljevlja se suočavaju i sa konstantnim opadanjem broja stanovnika. U kontekstu zelene i pravedne energetske tranzicije, rad postavlja važna pitanja o budućnosti ovog rudarskog grada, o izazovima koji ga čekaju i mogućim rješenjima koja balansiraju ekološke, socijalne i ekonomske aspekte.

Ključne riječi: Pljevlja, zagađenje, životna sredina, depopulacija, energetska tranzicija

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF POLLUTION IN PLJEVLJA: HOW WILL THE GREEN ENERGY TRANSITION SHAPE THE FUTURE OF THE PLJEVLJA REGION?

Abstract: Environmental pollution is one of the greatest global challenges of today, with serious consequences for both natural environment and the quality of life and health of people. Pljevlja, as an industrial city, has serious environmental pollution issues. This paper presents the natural, microclimatic and anthropogenic factors contributing to pollution, with a special emphasis on the results of a survey conducted in Pljevlja, which examines the population's awareness of pollution, quality of life, as well as the problems and challenges it has been facing for many years. In addition to environmental problems, Pljevlja also faces a constant decline in population. In the context of a green and just energy transition, the paper raises important questions about the future of this mining town, the challenges it faces, and potential solutions that balance ecological, social and economic aspects.

Key words: Pljevlja, pollution, environment, depopulation, energy transition

¹ Doktorand, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, 11000 Beograd; stipendista Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija; sladjanasladjap98@gmail.com, ORCID: 0009-0005-2931-8543

UVODNA RAZMATRANJA

Zagađenje životne sredine predstavlja jedan od ključnih izazova savremenog društva. Naročito je izražen u urbanim i industrijskim sredinama. U Crnoj Gori, problem zagađenja vazduha najviše dolazi do izražaja tokom zimskog perioda, usljed sagorijevanja čvrstih goriva i nepovoljnih meteoroloških uslova. Najsevernija opština u Crnoj Gori, Pljevlja, susreće se sa velikim problemom, zagađenja životne sredine. Smještena u kotlini bogatoj naslagama uglja, što je predstavljalo osnovu za razvoj industije u ovom gradu pa od 1982. godine postoji Termoelektrana „Pljevlja“, čiji rad značajno utiče na kvalitet životne sredine. Ovaj rad se bavi analizom uzroka zagađenja životne sredine u Pljevljima i ispitivanjem nivoa svijesti lokalnog stanovništva o tom problemu. U fokusu istraživanja je percepcija građana o kvalitetu vazduha i spremnosti na promjene. Istraživanje je sprovedeno metodom intervjua, a u analizi je učestvovalo 107 ispitanika starijih od 18 godina. Statistička obrada podataka urađena je u programu SPSS. Dobijeni rezultati predstavljaju važan doprinos boljem razumijevanju problema i mogućih rješenja u kontekstu pravedne energetske tranzicije.

METODOLOGIJA

Za potrebe ovog istraživanja korišćen je strukturirani intervju, kao metod prikupljanja podataka. Ovaj tip intervjua podrazumeva postavljanje standardizovanih pitanja svim učesnicima bez odstupanja, čime se obezbjeđuje visok nivo pouzdanosti i uporedivosti odgovora (Wattles, 2019). Anketiranje je sprovedeno između 15 i 25 jula 2024. godine, na uzorku od 107 ispitanika starijih od 18 godina, različitog pola, obrazovanja i starosne strukture. Anketa je obuhvatila osnovne sociodemografske podatke (pol, uzrast i obrazovanje), kao i niz tematskih pitanja vezanih za: percepciju građana o stanju životne sredine u Pljevljima, identifikaciju glavnih izvora zagađenja i faktora koji najviše ugrožavaju okolinu, informisanost građana o ekološkim pravima i obavezama, stavove o značaju edukacije u oblasti zaštite životne sredine i lične ekološke navike.

Odgovori su prikupljeni putem unaprijed pripremljenog upitnika, a podaci su analizirani pomoću programa SPSS (22.00), uz primjenu deskriptivne statistike radi prikaza učestalosti, procenata i distribucije stavova ispitanika.

PRIRODNI, KLIMATSKI I ANTROPOGENI FAKTORI ZAGAĐENJA

Opština Pljevlja je smještena na krajnjem sjeveru Crne Gore, predstavljajući jedan od pograničnih i perifernih dijelova države (Минић и Поповић, 1999). Prostor Pljevalja i njena kotlina odlikuju se specifičnim mikroklimatskim osobinama uslovljenim topografijom i orijentacijom terena. Tokom zimskih mjeseci, visok vazdušni pritisak i česte temperaturne inverzije dovode do formiranja guste magle, poznate kao „jezero hladnog vazduha“, koja se može zadržavati i do nekoliko dana, naročito kada su temperature ispod nule tokom 24 sata. U tim uslovima, visoka vlažnost vazduha usporava transport zagađivača i ubrzava gravitacionu depoziciju čestica na tlo, što rezultira lokalnim nakupljanjem industrijske prašine, dima i drugih toksičnih materija. Zatvorenost kotline i modifikovane vazdušne struje usljed konfiguracije terena dodatno doprinose čestim periodima bez vjetrova, čime se zagađenje akumulira i utiče na smanjenje osunčanosti i promjene termalnih uslova u gradu (Мишовић, 2006). Istovremeno, direktan uticaj mjernih uslova ogleda se u regulaciji transporta i difuzije zagađivača, dok se indirektno povećavaju emisije usljed veće potrošnje energije za grijanje i hlađenje, što dodatno pogoršava kvalitet vazduha (Micev, 2016).

Pored prirodnih faktora, antropogeni faktori – uključujući industrijsku eksploataciju lignita, rudarenje, sagorijevanje čvrstih goriva i neadekvatno upravljanje otpadom – dovode do visokih emisija štetnih materija i pogoršanja stanja životne sredine (Opština Pljevlja, 2022). Sve ove karakteristike čine Pljevlja regionom sa ozbiljnim ekološkim izazovima, koji zahtijevaju hitne mjere zaštite životne sredine.

Izvori zagađenja u Pljevaljama su višestruki i uglavnom povezani sa industrijskom eksploatacijom i energetskim postrojenjima (Micev, 2016). Industrija, rudarenje (površinski kopovi Borovica i Potrljica), kotlarnice (preko 1.100) i individualna ložišta (oko 2.500) doprinose emisiji teških metala u vazduh (vodu i tlo) (Bigović et al., 2020; Šebek, 2019). Najzastupljenije zagađujuće supstance u Pljevaljima su: PM10 čestice (praškaste supstance manje od 10 µm u prečniku), sumpor-dioksid (SO₂), ugljen-monoksid (CO), azotni oksidi (NO_x) i brojne druge supstance. PM10 čestice se svrstavaju u grupu najopasnijih zagađivača. Izgrađene su od vrlo sitnih čestica koje mogu biti u čvrstom ili tečnom agregatnom stanju (Šebek, 2019). Rudarski kompleks AD Pljevlja, sa svojim površinskim kopovima, transportnim sistemom „Jagnjilo“ i deponijom otkrivke, dodatno emituje prasinu koja tokom sušnih perioda može izazvati zdravstvene probleme (Micev, 2016; Mijanović et al., 2023). Neadekvatno upravljanje otpadom i izlivanje industrijskih otpadnih voda takođe doprinose zagađenju, što se ogleda u visokim koncentracijama štetnih supstanci u zemljištu i vodotocima poput rijeke Čehotine, koja se kontinuirano klasifikuje kao zagađeni vodotok (Opština Pljevlja, 2022; Đikanović et al., 2020). Od pet „crnih ekoloških tačaka“ u Crnoj Gori, dvije su u Pljevaljima (TE „Pljevlja“ i flotacijsko javljalište olova i cinka Gradac) (Јаковљевић, 2016). Degradacija vazduha, vode i tla, ima ozbiljne posljedice po zdravlje stanovništva. Studije pokazuju da zagađenje vazduha može doprinijeti 15–19% ukupnog mortaliteta i skraćenju očekivanog životnog vijeka za 1,1 do 1,3 godine (Agencija za zaštitu životne sredine, 2023; Opština Pljevlja, 2022). S obzirom na relativnu zavisnost Crne Gore od uvoza električne energije, TE „Pljevlja“ ostaje ključni energetski objekat, iako su postojale inicijative za revitalizaciju i toplifikaciju postrojenja koje, ukoliko bi se realizovale, mogle značajno smanjiti potrošnju uglja i emisije štetnih materija u vazduh (Ministarstvo ekonomije, 2014; Vušanović & Vujadinović, 2010).

REZULTATI I DISKUSIJA

Anketiranje je vršeno na više lokacija u gradu (gradski trg, glavna ulica, gradski park, naselje Guke). Uglavnom na onim mjestima gdje svakodnevno cirkuliše veliki broj stanovnika, te su pomenute lokacije bile pogodne za lakše pronalaženje učesnika u anketi. Ispitivanje je realizovano metodom direktnog intervjua, pri čemu su ispitanicima postavljana unaprijed pripremljena pitanja a odgovore je bilježio anketar. Anketiranje je bilo anonimno i ispitanici su bili upoznati sa svrhom i namjenom ankete. Za sprovođenje istraživanja primijenjena je metoda anketiranja licem u lice, budući da se ovakav pristup smatra pogodnijim za dobijanje iskrenijih odgovora u direktnoj komunikaciji sa ispitanicima. Pored toga, u obzir je uzeta i starosna struktura stanovništva, pri čemu se procijenilo da bi stariji ispitanici imali poteškoća sa pristupom i popunjavanjem onlajn upitnika.

S obzirom da u momentu istraživanja zvanični rezultati popisa stanovništva 2023. godine nisu bili objavljeni, struktura uzorka je formirana u skladu sa podacima popisa iz 2011. U tom smislu, težilo se postizanju polne proporcionalnosti u uzorku, što je i ostvareno. U istraživanju je učestvovalo 55 žena ili 51% i 52 muškarca odnosno 49%. Ispitani su punoljetni stanovnici. Uzrast je podijeljen u četiri starosne kategorije: 18-30 godina (22 ispitanika ili 20,6%), 31-45 godina (34 ili 31,8%), 46-60 (28 ili 26,2%) i 60 i više godina (23 ili 21,5%). Što se tiče obrazovne strukture, u ispitivanju je učestvovalo 5% ispitanika sa završenom osnovnom školom, 70% sa srednjom školom, 18% sa završenim fakultetom i 7% sa zvanjem master/magistar. Ovako koncipiran uzorak omogućio je dobijanje relevantnih i reprezentativnih podataka u kontekstu ispitivanja percepcije stanovništva o stanju životne sredine.

U cilju ispitivanja percepcije o zagađenosti životne sredine, anketiranje je započeto pitanjem kojim se tražila ocjena stanja životne sredine u Pljevaljima. Na osnovu dobijenih odgovora, većina ispitanika stanje ocjenjuje kao loše, bez značajnih razlika u zavisnosti od starosne dobi. Univarijantna analiza varijanse ($p > .05$) nije pokazala statistički značajne

Ekološke posljedice zagađenja u pljevljima: Kako će zelena energetska tranzicija oblikovati budućnost Pljevaljskog kraja?

razlike između starosnih grupa, što ukazuje na to da je negativna ocjena stanja životne sredine prisutna kod svih generacija. Prosječna ocjena iznosi 3.06 na skali od 1 do 5. Rezultati Studentovog t-testa ($t = 49.25$, $p > .05$) dodatno su potvrdili validnost odgovora, odnosno nisku vjerovatnoću da su isti dati nasumično.

Iako je zagađenje identifikovano kao značajan problem, 40% ispitanika kao primarni izazov za opštinu ističe ekonomski razvoj, nakon čega slijede problemi u vezi sa stanjem životne sredine, zdravstvenim sistemom i obrazovanjem. Ovo ukazuje na to da ispitanici, iako prepoznaju ekološke izazove, prioritet daju ekonomskoj stabilnosti i socijalnim uslugama. Sa druge strane, veliki broj anketiranih ukazao je da su industrija i individualna ložišta glavni izvori emisije štetnih materija, a kao dodatne probleme navode i nepoštovanje propisa od strane i fizičkih i pravnih lica, kao i nedostatak efikasnih zakonskih mjera.

Na pitanje kome bi se prvo obratili u slučaju uočavanja nepravilnog ili nepropisnog odnosa prema životnoj sredini, 31% ispitanika je odgovorilo da bi reagovalo putem lokalnih organa za zaštitu životne sredine. Komunalnoj policiji bi se obratilo 18%, državnim organima 10%, nevladinim organizacijama 6%, a mjesnoj zajednici svega 1%. Međutim, čak 28% ispitanika, izjavilo je, da ne bi prijavilo takav slučaj nijednoj instituciji. Vrijednost χ^2 (*Chi-Square*) testa ($\chi^2 = 60.28$) ukazuje na statistički značajno odstupanje od očekivanih frekvencija, što može upućivati na nizak nivo povjerenja građana u institucije, kao i na nedovoljno razvijenu ekološku svijest u zajednici. Rezultati istraživanja ukazuju na prisustvo latentne ekološke apatije među stanovnicima, što može predstavljati ozbiljan izazov u sprovođenju bilo kakvih promjena. Osnježivanje građana i obnavljanje povjerenja u institucije trebalo bi biti jedan od prioriteta budućih strategija očuvanja životne sredine.

Najveći broj ispitanika se o stanju životne sredine informiše iz medija (televizija, radio, novine, internet portali), njih 60%. Zatim, značajan procenat ispitanika, 32% se o datoj temi informiše putem društvenih mreža, dok je vrlo mali procenat onih koji se o satnju životne sredine informišu čitajući naučne članke (4%) i slušajući gostovanja stručnjaka (5%) iz obalasti ekologije i zaštite životne sredine. Na osnovu ovoga se može zaključiti da je mali broj stanovnika zainteresovan za ekologiju i da se mali procenat samoinicijativno informiše o stanju životne sredine, već da do informacija dolazi usputno, najčešće posredno i neformalno, putem svakodnevnog korišćenja masovnih medija i društvenih mreža.

Na pitanje koje se odnosi na zastupljenost ekoloških tema u medijima, veliki broj ispitanika kaže da su ekologija i zdravstvo značajno manje zastupljeni u medijima u odnosu na druge teme (ekonomija, evropske integracije i etnička pitanja). Ovo ukazuje na nedovoljnu vidljivost ekoloških pitanja u javnom prostoru, što može negativno uticati na razvijanje ekološke svijesti i motivaciju za aktivnije učešće građana u procesima zaštite životne sredine.

Ipak, rezultati ankete pokazuju da su građani u velikoj meri informisani o svojim ustavom zagarantovanim pravima i obavezama. Na pitanje da li znaju, da Ustav Crne Gore garantuje svakome pravo na zdravu životnu sredinu, kao i da svako ima pravo na blagovremeno i potpuno obavještanje o stanju životne sredine, na mogućnost uticaja prilikom odlučivanja o pitanjima od značaja za životnu sredinu i na pravnu zaštitu od ovih prava, 81% anketiranih je odgovorilo potvrdno. Takođe, 86% ispitanih zna da je po Ustavu svako obavezan da čuva i unapređuje životnu sredinu. Ovi rezultati ukazuju na relativno visok nivo opšte informisanosti građana o osnovnim ekološkim pravima i obavezama, što predstavlja važan osnov za dalje razvijanje odgovornosti, ali i potencijal za uključivanje šire zajednice u politike održivog razvoja i zaštite životne sredine.

Što se tiče pitanja koje se odnosi na edukaciju stanovništva o značaju životne sredine i njenom očuvanju, značajan broj ispitanika ($\chi^2 = 148.11$, $p < .05$) je odgovorio da je potrebna te se može zaključiti da bi značajan dio stanovništva bio zainteresovan za neku vrstu edukacije ukoliko bi ista bila organizovana.

U okviru istraživanja ispitivan je i doprinos samih građana zagađenju životne sredine, a analizirani su odgovori na tri pitanja: način dolaska do posla ili obavljanja obaveza (pješke, biciklom ili automobilom), način odlaganja otpada (propisno ili nepropisno), kao na koji griju svoja domaćinstava. Rezultati pokazuju da u dva od tri slučaja stanovnici svojim ponašanjem doprinose zagađenju, što dodatno naglašava potrebu za edukacijom o svakodnevnim praksama koje utiču na kvalitet životne sredine.

Edukacija stanovništva bila bi posebno efikasna ako bi se sprovodila putem medija i društvenih mreža, koji su, kako je pokazala anketa, dominantni izvori informisanja građana u Pljevljima. Edukacija bi trebalo da obuhvati teme koje se tiču važnosti očuvanja zdrave životne sredine i njenog očuvanja u smislu održivog razvoja i ostavljanja mogućnosti budućim pokoljenjima pravo na jednake ili bolje uslove životnog okruženja. Takođe, edukacijom bi stanovnike trebalo ohrabriti da se obrate organima (lokalnim i državnim) koji su zaduženi za upravljanje i očuvanje životne sredine, ukoliko primjete nepravilan odnos prema životnoj sredini (zagađenje), a u cilju očuvanja prirodne okoline i dobrobiti za cjelokupno društvo. Ohrabruje i podatak da su građani u velikoj mjeri svjesni da im je Ustavom Crne Gore zagarantovano pravo na zdravu životnu sredinu, što ukazuje na potencijal za uključivanje lokalne zajednice u borbi protiv ekoloških problema naročito ako im se jasno predoče konkretni podaci o stepenu zagađenja i njegovim posljedicama. S druge strane, institucije koje su nadležne za sprovođenje zakona i praćenje stanja životne sredine, moraju djelovati ažurnije i odlučnije. Konkretno, problem divljih deponija i nepropisnog odlaganja otpada može se djelimično ublažiti postavljanjem video nadzora na kritičnim tačkama i uvođenjem strožih kontrola i kaznenih mjera. Međutim, sve ove mjere zahtijevaju koordinisanu saradnju lokalnih i državnih organa, bez koje nije moguće ostvariti dugoročne pozitivne efekte u zaštiti životne sredine.

Problemi sa kojima se suočava opština Pljevlja predstavljaju lokalni odraz globalne klimatske krize. Dekarbonizacija i prelazak na održive izvore energije nisu samo ekonomska, već i egzistencijalna pitanja, što nameće potrebu za hitnim, ali pažljivo planiranim tranzicionim koracima. U kontekstu energetske tranzicije, Pljevlja se suočavaju sa posebnim izazovima, budući da su najveći izvori zagađenja upravo vezani za sektor uglja – TE „Pljevlja“ i Rudnik uglja. U termoelektrani trenutno se sprovodi ekološka rekonstrukcija, a ministar energetike je izjavio da njen rad neće biti obustavljen najmanje još deset godina. Značaj pljevaljske termoelektrane za energetski sektor Crne Gore je veliki, jer se preko 40% proizvodnje domaće električne energije odvija u termoelektrani. Poseban izazov predstavlja niska stopa povjerenja građana u pravednost energetske tranzicije. Prema istraživanju Eko-tima, čak 76% zaposlenih u tim sektorima smatra da će energetska tranzicija negativno uticati na njih i njihove porodice, dok 60% vjeruje da tranzicija neće biti pravedna. Ovi podaci potvrđuju nalaze istraživanja da su građani svjesni problema, ali istovremeno i skeptični prema institucionalnim rješenjima. Kao odgovor, nevladin sektor je pokrenuo inicijativu za osnivanje posebnog programa u okviru Eko-fonda koji bi bio namijenjen Pljevljima, sa ciljem unapređenja životne sredine, ekonomske diversifikacije i podrške radnicima kroz prekvalifikaciju i ulaganje u infrastrukturu. Ovakve inicijative mogu predstavljati značajan korak ka pravednoj i inkluzivnoj energetskoj tranziciji, pod uslovom da ih prate konkretna politička volja i sistemska podrška (Spasić, 2024).

Energetska tranzicija je dug, složen i skup proces koji zahtijeva kako tehnološke promjene tako i promjene ličnih navika. Tranzicija mora da bude pravedna, inteligentna i ekološka. Pravedna tranzicija treba da osigura održivost životne sredine ali i pristojan rad, socijalnu integraciju i iskorjenjivanje siromaštva. Pametna specijalizacija podrazumijeva usmjeravanje resursa ka ograničenom broju prioritetnih oblasti zasnovanih na lokalnim prednostima, kako bi se podstakla saradnja i bolje iskoristili postojeći kapaciteti i znanje za inovacije u cilju regionalnog i nacionalnog razvoja. Ekološka tranzicija u rudarskim regionima

podrazumijeva rekultivaciju degradiranog prostora uz primjenu tehničkih i bioloških mjera, s ciljem obnavljanja narušenih ekosistema i smanjenja rizika po zdravlje ljudi i životnu sredinu, čime se doprinosi dugoročnom održivom razvoju i socio-ekonomskom oporavku pogođenog područja (Mandić Lukić i dr., 2022). Na primjeru Pljevalja, grada čije su privreda i identitet decenijama oslonjeni na proizvodnju električne energije iz uglja, pravedna tranzicija podrazumijeva ulaganja u prekvalifikaciju radne snage, razvoj alternativnih sektora i unapređenje životne sredine.

ZAKLJUČAK

Zagađenje životne sredine u Pljevljima predstavlja ozbiljan problem, uzrokovan prevashodno radom Termoelektrane Pljevlja, rudarskim aktivnostima i brojnim individualnim ložištima. Geografski položaj, zatvorenost kotline, česte temperaturne inverzije, kao i nedovoljno razvijena infrastruktura dodatno utiču na akumulaciju zagađujućih materija i otežavaju uslove života. Istraživanje sprovedeno među stanovništvom pokazalo je visok stepen svijesti o zagađenosti vazduha i njenom uticaju na zdravlje, ali i ograničeno aktivno učešće građana u procesima zaštite životne sredine. Nedovoljno povjerenje u institucije, ali i nepoštovanje ekoloških propisa od strane pojedinaca i privrednih subjekata, dodatno otežavaju sprovođenje mjera za poboljšanje stanja. Zbog toga je neophodno jačanje saradnje između državnih i lokalnih institucija, te intenzivna edukacija stanovništva. Poseban akcenat treba staviti na promociju energetske efikasnosti i unapređenje sistema grijanja, upravljanja otpadom i otpadnim vodama. Ohrabrujuće je što obrazovni sistem u Pljevljima kroz formalno obrazovanje već uvodi djecu i mlade u značaj ekologije, što predstavlja dobru osnovu za razvoj odgovornog ponašanja u budućnosti. Mjere poput zamjene uglja obnovljivim izvorima energije, uvođenja toplifikacije, subvencionisanja građana za prelazak na čistije sisteme grijanja, kao i pojačanog monitoringa industrijskih postrojenja, mogu doprinijeti smanjenju zagađenja. Uspješna realizacija ovih ciljeva zahtijeva političku volju, institucionalnu podršku i, ne manje važno, saradnju sa međunarodnim organizacijama radi primjene dobrih praksi. Samo sveobuhvatnim i koordinisanim pristupom moguće je poboljšati stanje životne sredine u Pljevljima i obezbijediti održivi razvoj za sadašnje i buduće generacije.

LITERATURA

- Agencija za zaštitu životne sredine. (2023). *O zagađenju vazduha u Pljevljima i sjevernoj zoni kvaliteta vazduha*. Podgorica.
- Bigović, M., Krivokapić, S., Đurović, D., Cupara, N. & Nikolić, I. (2020). Agricultural soil pollution by heavy metals in the municipality of Pljevlja, Montenegro. *University of Belgrade Technical Faculty in Bor*, 82-87.
- Đikanović, V., Nikčević, M., Mićković, B., Hegediš, A., Mrdak, D., & Pešić, V. (2020). Anthropogenic pressures on watercourses of the Danube River Basin in Montenegro. *Human Impact on Danube Watershed Biodiversity in the XXI Century*, 241-256. ISBN 978-3-030-37242-2
- Mandić Lukić, J., Milovanović, Đ., Stipić, M., Raković, R. & Petrović Bećirović, S. (2022). Energetska tranzicija – intelektualni izazovi i realne mogućnosti. *Energija, ekonomija, ekologija* 24(2) doi: 10.46793/EEE22-2.68ML
- Micev, B. (2016). *Uticaj meteoroloških faktora na kvalitet vazduha u Pljevljima tokom 2015. godine*. Agencija za zaštitu životne sredine.
- Mijanović, D., Vujačić, D., Manojlović, B., Brajušković Popović, M. & Spalević, V. (2023). Population dynamics in the mountainous areas of Montenegro: Ecological transitions and demographic transformations in Pljevlja since the beginning of the 21st century. *Agriculture and Forestry*, 69(3), 105-130. DOI: 10.17707/AgricultForest.69.3.08

Ministarstvo ekonomije. (2014). *Strategija razvoja energetike Crne Gore do 20230. godine. Bijela knjiga*. Podgorica. Преузето 09.08.2024. са <https://www.gov.me/dokumenta/eac811f8-4b13-46ce-97c4-412b8d1ebb8a>

Opština Pljevlja. (2022). Lokalni akcioni plan za zaštitu životne sredine opštine Pljevlja.

Spasić, V. (2024). *Eko-tim traži osnivanje namenskog programa za pravednu tranziciju u Pljevljima*. Balkan green energy news. Dostupno na <https://balkangreenenergynews.com/rs/eko-tim-trazi-osnivanje-namenskog-programa-za-pravednu-tranziciju-u-pljevljima/>

Šebek, G. (2019). Influence of air pollution to amount of total organic acids in wild fruits plants in Pljevlja region. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 29(58-67), 81-85.

Vušanović, I. & Vujadinović, R. (2010). *Crna Gora u XXI stoljeću u eri kompetitivnosti – energija 6-3*, 6-a.

Wattles, I. (2019). Intervju kao istraživačka metoda: teorijski aspekti. *Civitas*, 9(2), 201-214.

Јаковљевић, М. (2016). *Црна Гора као еколошка држава у јавном дискурсу*. Докторска дисертација. Универзитет у Београду - Факултет политичких наука.

Минић, С. & Поповић, С. (1999). *Пљевља – скривено и раскошно*. Београд: Edit Print.

Мишовић, С. (2006). *Пљеваљски крај – географска проучавања*. Пљевља: Скупштина општине Пљевља.

MODELOVANJE KLIMATSKIH PROMENA U FUNKCIJI PROCENE RANJIVOSTI STANOVNIŠTVA

Aleksa Stevanović¹

Apstrakt: Klimatske promene imaju snažan uticaj na društvene i ekološke sisteme, čime se povećava ranjivost stanovništva, naročito u regionima koji su pogođeni ekstremnim vremenskim pojavama. Nejednaka prostorna raspodela intenziteta klimatskih promena i demografskih karakteristika stanovništva zahteva diferenciran pristup analizi ranjivosti. Stanovništvo koje naseljava određene teritorije nije podjednako izloženo rizicima – posebno su ugrožene starije osobe, deca, hronični bolesnici i socijalno ugrožene grupe.

U ovom radu korišćeni su javno dostupni prostorni podaci o klimatskim promenama i distribuciji stanovništva, kao i GIS alati, u cilju procene broja stanovnika koji žive u zonama sa najizraženijim porastom broja dana sa ekstremnim temperaturama (iznad 35 °C). Iako postoje određena ograničenja u vezi sa preciznošću prostornih podataka (kao što je rezolucija podataka), njihova kombinacija omogućava identifikaciju područja sa najvećim rizikom i otkriva obrasce raspodele ranjivosti stanovništva u različitim delovima teritorije. Rad prikazuje konkretne teritorije u Srbiji koje su najpogođenije ovim promenama i pruža okvirnu procenu broja stanovnika u potencijalno najugroženijim zonama.

Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao osnova za buduća regionalna i lokalna istraživanja, kao i za razvoj nacionalnih strategija adaptacije i ublažavanja posledica klimatskih promena. Takođe, rad ističe značaj unapređenja prostornih baza podataka.

Ključne reči: klimatske promene, ranjivost stanovništva, GIS analiza, toplotni talasi.

CLIMATE CHANGE MODELING FOR THE ASSESSMENT OF POPULATION VULNERABILITY

Abstract: Climate change has a strong impact on social and ecological systems, increasing the vulnerability of population, especially in regions affected by extreme weather events. The unequal spatial distribution of the intensity of climate change and demographic characteristics of the population requires a differentiated approach to vulnerability analysis. The population inhabiting certain territories is not equally exposed to risks – older adults, children, individuals with chronic illnesses, and socially vulnerable groups are particularly at risk.

This paper uses publicly available spatial data on climate change and population distribution, as well as GIS tools, to estimate the number of people living in areas with the most significant increase in the number of days with extreme temperatures (above 35°C). Although there are certain limitations regarding the precision of spatial data (such as data resolution), their combination allows for the identification of areas with the highest risk and reveals patterns of vulnerability distribution among the population in different parts of the territory. The paper

¹ diplomirani prostorni planer, E-mail: aleksastevanovic00@gmail.com,
ORCID: 0009-0007-8847-2019

presents specific territories in Serbia that are most affected by these changes and provides an approximate estimate of the number of people in potentially the most vulnerable areas. The results obtained can serve as a foundation for future regional and local research, as well as for the development of national strategies for climate change adaptation and mitigation. Furthermore, the paper highlights the importance of enhancing spatial databases.

Key words: climate change, population vulnerability, GIS analysis, heatwaves.

UVOD

Klimatske promene predstavljaju jedan od ključnih izazova današnjeg društva, sa sve izraženijim posledicama koje utiču na čovekovu svakodnevnicu. Kompleksnost ove pojave ogleda se u nizu različitih hidrometeoroloških elemenata čiji efekti se međusobno prepliću i dovode do naglih i ekstremnih promena vremenskih uslova. Porast prosečne temperature, broja tropskih noći i dana, povećanje učestalosti vremenskih nepogoda poput poplava, suša, požara, toplotnih talasa, efekti su sa kojima se suočavamo sve češće. Regionalne karakteristike utiču na nejednaku raspodelu njihovih posledica, što zahteva različite pristupe u planiranju i upravljanju tim prostorima (WHO, 2021; WHO, 2023).

Poput teritorije, ni stanovništvo nije homogeno (ni po svojoj strukturi ni po rasprostranjenosti), a širok opseg posledica klimatskih promena, podrazumeva prepoznavanje ranjivih kategorija društva (WHO, 2023; EEA, 2018). Koncept ranjivosti stanovništva na klimatske promene obuhvata međusobnu povezanost tri komponente: izloženosti, osetljivosti i kapacitet za prilagođavanje (Adger, 2006). Identifikacija ranjivih grupa i prostora od posebnog je značaja za razvoj ciljanih strategija ublažavanja posledica klimatskih promena. Brojne međunarodne studije koriste geografske informacione sisteme (GIS) za modelovanje klimatske ranjivosti, što omogućava precizno preklapanje klimatskih sa demografskim i socioekonomskim slojevima geopodataka (EEA, 2018).

Cilj ovog rada je da se, GIS analizom podataka o promenama klimatskih uslova i distribucije stanovništva, prikažu mogućnosti za identifikovanje prostornih obrazaca i procenu broja ranjivog stanovništva na toplone talase u Srbiji.

UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA ZDRAVLJE STANOVNIŠTVA

Klimatske promene imaju direktan i indirektan uticaj na zdravlje stanovništva. Promene klimatskih elemenata dovode do sve češćih prirodnih nepogoda poput suša, poplava, požara, oluja i dr. One predstavljaju direktnu opasnost po sigurnost i zdravlje stanovništva. Ekstremne promene temperature vazduha predstavljaju ogromnu pretnju, a sa predviđenim porastom učestalosti i intenziteta, neophodno je izvršiti adaptaciju čovekovog okruženja kako bi posledice ovog trenda bile umanjene (IPCC, 2022; Watts et al., 2023).

Prema brojnim studijama, starije osobe izdvajaju se kao posebno osetljiva kategorija stanovništva na nagle i dugotrajne temperaturne ekstreme. Takođe, u ranjive grupe spadaju i trudnice, deca, hronični bolesnici, kao i socijalno ugroženi koji nemaju adekvatnu zdravstvenu zaštitu i žive u objektima bez sistema za hlađenje (WHO, 2023). Tokom ekstremno toplih perioda, ljudski organizam je izložen dodatnom fiziološkom stresu koji može uzrokovati dehidraciju, hiperventilaciju, toplotni udar, pogoršanje postojećih stanja, pa čak i smrtne ishode. Države EU predviđaju da će broj umrlih 2030. godine zbog posledica izloženosti ekstremnim toplotnim uslovima, iznositi oko 30.000 godišnje, a da će se taj broj do 2080. godine najmanje udvostručiti (Ilić, 2024).

Urbane sredine u kojima živi veliki procenat stanovništva Srbije naročito su pogođene ovom pojavom zbog osobina građevinskih materijala prisutnih u gradovima. Takvo okruženje dovodi do pojačavanja efekata zbog čega se temperatura vazduha u gradu uvećava od 2 do 12 °C u odnosu na seoska područja (Ilić, 2024).

U Srbiji je zabeležen porast broja dana sa ekstremnim temperaturama, naročito u južnim i centralnim krajevima, a klimatske projekcije ukazuju da će se ovaj trend intenzivirati u narednim decenijama (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, 2022). Posledice će naročito pogoditi osetljive grupe i lokalne zajednice koje već imaju problem sa dostupnošću zdravstvene i socijalne zaštite.

Prepoznavanje najranjivijih grupa od ključnog je značaja za planiranje i sprovođenje mera adaptacije – uključujući razvoj sistema upozoravanja, prilagođavanje zdravstvene i komunalne infrastrukture, kao i urbanog planiranja u skladu sa novim klimatskim uslovima (Watts et al., 2023; WHO, 2021).

METODOLOGIJA I DOSTUPNOST PODATAKA

Osnovni zadatak ovog rada je da se proceni broj ljudi koji stanuju u zonama koje trpe najveće promene u broju dana sa temperaturom iznad 35°C. Za potrebe ove analize, korišćeni su prostorni podaci o klimatskim promenama i distribuciji stanovništva. Povećanjem preciznosti i složenosti ovih podataka, raste i relevantnost, verodostojnost, kao i mogućnosti njihove analize.

U radu su korišćena dva javno dostupna izvora podataka. Podaci o klimatskim promenama preuzeti su sa portala Digitalni atlas klime Srbije (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, 2022), dok su podaci o stanovništvu preuzeti sa platforme Global Human Settlement Layer (GHSL). Klimatski podaci omogućavaju posmatranje promena na mreži (gridu) veličine 10 × 10 km, što značajno utiče na preciznost krajnjih rezultata. Ovakav nivo rezolucije nije dovoljan za detaljnu lokalnu analizu niti za precizno izdvajanje najugroženijih zona, gde dodatnu ulogu igraju i fizičko-geografske karakteristike terena. Ipak, za potrebe ovog rada – čiji je cilj demonstracija mogućnosti analize i okvirna identifikacija teritorija sa izraženim klimatskim promenama – ovaj nivo detaljnosti je adekvatan. S druge strane, visoka rezolucija populacionog rastera omogućava izuzetno preciznu procenu broja stanovnika u izdvojenim područjima.

U ovom radu analizirana je promena broja dana sa temperaturom iznad 35°C u periodu 2011–2020. godina, u poređenju sa referentnim periodom 1961–1990. godina. Podaci su obrađeni u QGIS softveru, primenom GIS tehnika prostorne analize. Prilikom odabira parametara koji se odnose na referentni i posmatrani period, neophodno je pristupiti s posebnom pažnjom, uz detaljnu analizu uporedivosti podataka i kritičku procenu verodostojnosti zaključaka koji se iz njih mogu izvesti.

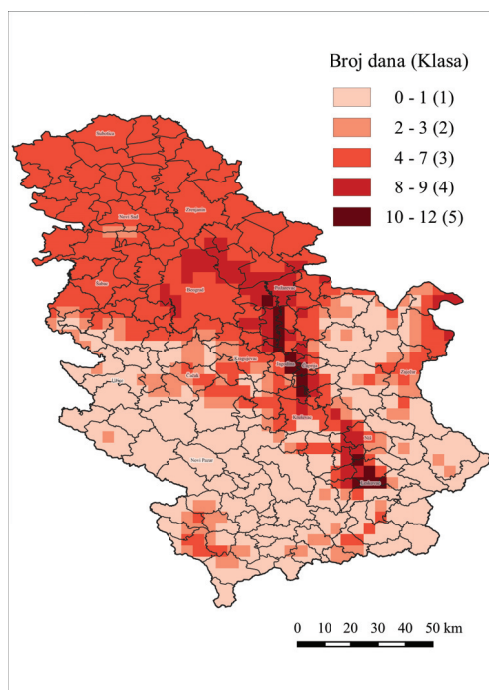
Ukupan broj dana sa temperaturama preko 35°C u toku jedne godine, na teritoriji Srbije, povećan je u pojedinim oblastima i za do 12 dana u odnosu na referentni period. Na osnovu ovih podataka izvršena je reklasifikacija rastera prema stepenu porasta, pri čemu je teritorija Srbije podeljena u pet klasa. Prva klasa sa povećanjem od 0 do 1 dana, Druga klasa sa povećanjem od 2 do 3 dana, dok trećoj klasi pripadaju oblasti u kojima je broj dana porastao od 4 do 7 dana. Izdvojene su ugrožene oblasti (Klasa 4) sa porastom od 8 do 10 dana i veoma ugrožene oblasti (Klasa 5) sa porastom od 10 do 12 dana (Karta 1).

Preklapanjem dobijenog klimatskog rastera sa rasterom distribucije stanovništva (korišćeni su podaci za 2020. godinu, u rezoluciji od 3 arcsec (~100 m), u WGS84 koordinatnom sistemu), izvršena je analiza broja ljudi koji žive u prostorima sa izraženim promenama (Karta 2). Na taj način dobijeni su podaci o ukupnom broju stanovnika koji borave u najpogođenijim zonama, kao i njihova prostorna distribucija po jedinicama lokalnih samouprava (JLS) i okruzima/oblastima, što omogućava precizniju identifikaciju ranjivih područja i planiranje ciljanih mera adaptacije.

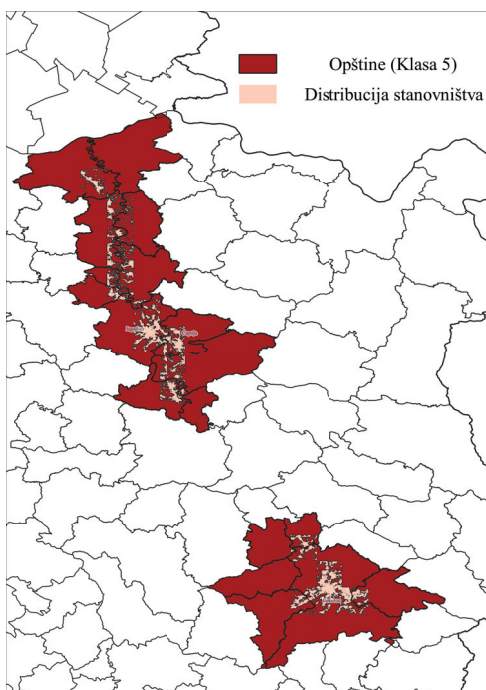
REZULTATI ANALIZE

Nakon obrade podataka pomoću GIS alata, dobijeni su finalni rezultati koje je moguće vizuelno prikazati u vidu karata, tabela i grafikona, sa ciljem lakšeg razumevanja prostornih pojava. Rezultati prostorne analize (Karta 1 i Karta 2) jasno izdvajaju centralne i južne delove teritorije Srbije kao prostore sa najizraženijim promenama u broju dana sa temperaturama iznad 35°C.

Preklapanjem dva rastera utvrđeno je da u najugroženijim zonama, u dolini Velike Morave i Leskovačkoj kotlini, sa promenom od preko 10 dana, živi oko 260.000 stanovnika. U četvrtoj klasi, koja obuhvata promenu od 8 do 10 dana, živi oko 1,5 miliona stanovnika, jer su ovom zonom obuhvaćeni i delovi Grada Beograda i Grada Niša.



Karta 1. Klase ugroženosti teritorije Srbije



Karta 2. Distribucija stanovništva (Klasa 5)

Rezultati prikazani po opštinama i gradovima (Tabela 1) preciznije prostorno određuju ugroženo stanovništvo. Udeo stanovništva pogođenog analiziranom pojavom u ukupnom broju stanovnika JLS prelazi 15% u čak jedanaest jedinica lokalne samouprave.

Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine

Kao najpogođeniji izdvajaju se Jablanički i Pomoravski okrug, odnosno grad Leskovac, grad Jagodina i opština Čuprija. Posmatrano po udelu, ali i po apsolutnim vrednostima, pomenuti gradovi se posebno ističu, a dobijeni podaci pokazuju da nisu ugroženi samo stanovnici urbanih sredina, već da su pod uticajem klimatskih promena i ruralna područja.

S obzirom na to da precizni podaci o starosnoj strukturi stanovništva na nižim prostornim nivoima nisu dostupni, moguće je izvršiti grubu procenu koristeći podatke o udelu stanovnika starijih od 65 godina za posmatranu godinu u izabranim lokalnim samoupravama. Na osnovu dostupnih podataka (Republički zavod za statistiku, 2021), procenjuje se da broj starijih osoba koji se smatraju ranjivom grupom, a naseljavaju teritoriju klase 5, iznosi oko 18.700 u gradu Leskovcu, 11.000 u gradu Jagodini i 4.700 u opštini Čuprija.

Tabela 1. Prostorna distribucija stanovništva pogođenih promenama temperature vazduha

JLS	Broj stanovnika pogođenih pojavom	Udeo u ukupnom broju stanovnika (%)	Upravni okrug
Leskovac	105824	75,65	Jablanički
Vlasotince	5689	20,79	
Lebane	4733	23,63	
Doljevac	8143	44,74	Nišavski
Velika Plana	11168	28,60	Podunavski
Jagodina	60227	85,20	Pomoravski
Čuprija	22890	78,70	
Paraćin	9547	18,43	
Svilajnac	8689	38,72	Rasinski
Varvarin	9194	54,75	
Lapovo	2734	35,21	Šumadijski

Faktori koji su uticali na pojavu sve češćih i intenzivnijih toplotnih talasa u navedenim JLS, pre svega su vezani za topografske karakteristike terena. Nizijski reljef i zatvorenost dolina omogućavaju duže zadržavanje toplote, dok udaljenost od većih vodenih površina i manjak šumske vegetacije, zajedno sa dominacijom obradivih površina u ruralnim i betona i asfalta u urbanim sredinama, dodatno doprinose učestalosti i intenzitetu toplotnih talasa.

Detaljnijom analizom moguće je preciznije utvrditi koji su delovi opština i gradova najpogođeniji, jer lokalne karakteristike reljefa mogu igrati značajnu ulogu u ublažavanju ili pojačavanju efekata toplotnih talasa.

ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao početna tačka za dalja, opsežnija istraživanja o trenutnom stanju, ali i projekcijama u budućnosti. Prikupljanjem detaljnih, prostorno definisanih podataka o klimatskim promenama i unapređenjem njihove tačnosti, moguće je doći do značajnih zaključaka koji mogu pomoći donosiocima odluka kako na nacionalnom, tako i na regionalnom i lokalnom nivou. Kombinovanjem različitih slojeva geopodataka u skladu sa specifičnom problematikom, i njihovom klasifikacijom prema stepenu uticaja na funkcionisanje i zdravlje stanovništva, moguće je izdvojiti ključne tačke na teritoriji Srbije odakle bi trebalo započeti proces adaptacije i prevencije.

Takođe, sprovođenjem popisa stanovništva na nivou kućnog broja omogućiće se dobijanje preciznih informacija o prostornoj distribuciji i sociodemografskim karakteristikama stanovništva. Ovakvi podaci predstavljaju osnovu za donošenje proračunatih i ciljanih strateških odluka i planskih aktivnosti, sa krajnjim ciljem očuvanja zdravlja stanovništva i ublažavanja posledica klimatskih promena.

Klimatske promene ne prepoznaju administrativne granice, te njihovo efikasno rešavanje zahteva saradnju na međuregionalnom nivou. Korišćenjem preciznih i tačnih podataka omogućava se zanemarivanje strogo postavljenih granica i dobijanje podataka za bilo koji definisani prostorni obuhvat. Na ovaj način moguće je izdvojiti regione i stanovništvo koji se suočavaju sa sličnim izazovima, što otvara prostor za zajedničke inicijative, koordinisane mere i efikasnije prevazilaženje posledica klimatskih promena.

LITERATURA

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16 (3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>

European Environment Agency (EEA). (2018). Unequal exposure and unequal impacts: Social vulnerability to air pollution, noise and extreme temperatures in Europe. Dostupno na: <https://www.eea.europa.eu/publications/unequal-exposure-and-unequal-impacts> (Pristupljeno: 13. aprila 2025.)

Ilić, N. (2024). Klimatske promene i zdravlje ljudi. *Galenika Medical Journal*, 3(9), str. 62–70. <https://doi.org/10.5937/Galmed2409062I>

Intergovernmental Panel on Climate Change (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*. Dostupno na: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> (Pristupljeno: 13. aprila 2025.)

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Program Ujedinjenih nacija za razvoj (UNDP), & Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu. (2022). *Digitalni atlas klime Srbije*. Dostupno na: <https://atlas-klime.eko.gov.rs/> (Pristupljeno: 9. aprila 2025.)

Republički zavod za statistiku Srbije. (2021). *Opštine i regioni u Republici Srbiji, 2021*. Beograd: Republički zavod za statistiku. Dostupno na:

<https://publikacije.stat.gov.rs/G2021/pdf/G202113048.pdf> (Pristupljeno: 9. aprila 2025.)

Schiavina, M., Freire, S., & MacManus, K. (2023). GHS-POP R2023A – GHS population grid multitemporal (1975–2030), epoch 2020, WGS84, 3 arcsec [Data set]. European Commission, Joint Research Centre (JRC). Dostupno na: <https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/download.php?ds=pop> (Pristupljeno: 9. aprila 2025.)

Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K., ... & Costello, A. (2023). The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: The imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *The Lancet*, 402(10415), 1836–1892. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01859-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01859-7)

World Health Organization (WHO). (2021). *COP26 special report on climate change and health: The health argument for climate action*. Dostupno na:

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240036727> (Pristupljeno: 13. aprila 2025.)

World Health Organization (WHO). (2023). *Climate change*. Dostupno na: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health> (Pristupljeno: 13. aprila 2025.)

UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA POLJOPRIVREDNU PROIZVODNJU U REGIONU NIŠA

Marija Stevanović¹

Apstrakt: Klimatske promene su jedan od najznačajnijih globalnih izazova današnjice, sa direktnim uticajem na brojne sektore, uključujući i poljoprivredu. U ovom naučno-istraživačkom radu analiziran je uticaj klimatskih promena na poljoprivrednu proizvodnju u regionu Niša. Istraživanje obuhvata period od 2000. do 2023. godine, a koriste se zvanični podaci o temperaturama, padavinama i prinosima ključnih poljoprivrednih kultura kao što su pšenica, kukuruz i jabuka. Rezultati pokazuju jasan trend povećanja prosečne temperature, smanjenja padavina i češće pojave ekstremnih vremenskih događaja kao što su suše i toplotni talasi. Ove promene imaju direktan negativan uticaj na poljoprivrednu produktivnost, zahtevajući adaptaciju proizvodnih praksi, veću upotrebu navodnjavanja i prelazak na otpornije sorte. Rad takođe nudi preporuke za unapređenje politika i strategija adaptacije na klimatske promene.

Ključne reči: klimatske promene, poljoprivreda, prinos, temperatura, suša, adaptacija

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE NIŠ REGION

Abstract: Climate change is one of the most significant global challenges of today, with a direct impact on numerous sectors, including agriculture. This research paper analyzes the impact of climate change on agricultural production in the Niš region. The research covers the period from 2000 to 2023, and uses official data on temperatures, precipitation and yields of key agricultural crops such as wheat, corn and apples. The results show a clear trend of increasing average temperatures, decreasing precipitation and more frequent occurrence of extreme weather events such as droughts and heat waves. These changes have a direct negative impact on agricultural productivity, requiring the adaptation of production practices, greater use of irrigation and the transition to more resistant varieties. The paper also offers recommendations for improving climate change adaptation policies and strategies.

Keywords: climate change, agriculture, yield, temperature, drought, adaptation

¹ Doktorand; Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, 11000 Beograd;
E-mail: marijastevanovic96@gmail.com;

UVOD

Poljoprivreda je sektor koji direktno zavisi od klimatskih uslova, što je čini veoma osetljivom na promene u temperaturi, količini padavina i ekstremne vremenske pojave. U poslednjih nekoliko decenija, region Niša, kao deo južne Srbije, beleži sve izraženije klimatske anomalije. One se ogledaju u povećanju prosečnih godišnjih temperatura, nepravilnoj raspodeli padavina i učestalijim sušnim periodima. S obzirom na to da se ovaj region u velikoj meri oslanja na poljoprivredu, neophodno je istražiti kako klimatske promene utiču na prinos i kvalitet poljoprivredne proizvodnje.

Cilj ovog rada je da se utvrdi stepen uticaja klimatskih promena na poljoprivredu u regionu Niša, identifikuju najpogođenije kulture i ponude preporuke za adaptaciju.

METODOLOGIJA

Istraživanje se oslanja na sekundarne podatke dobijene od Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije i Republičkog zavoda za statistiku. Analizirani su podaci o:²

- Prosečnim godišnjim temperaturama
- Ukupnim godišnjim padavinama
- Broju dana sa ekstremnim temperaturama (>35°C)
- Prinosima glavnih kultura (pšenice, kukuruza, jabuka)

Period analize obuhvata godine od 2000. do 2023. kao dovoljno dug vremenski okvir za uočavanje trendova. Primenjena je deskriptivna statistika, a rezultati su predstavljeni u tabelama i grafikonima.

Klimatski trendovi u regionu Niša (2000–2023)

Tokom analiziranog perioda uočava se porast prosečne godišnje temperature za oko 1,9°C, što značajno premašuje globalni prosek.³ Istovremeno, količina padavina opada, posebno tokom vegetacionog perioda.

Tabela 1. Prosečne godišnje temperature, količina padavina i broj ekstremno toplih dana u regionu Niša (2000–2023)⁴

Godina	Srednja temperatura (°C)	Godišnje padavine (mm)	Dana >35°C
2000	11,8	620	5
2005	12,3	610	7
2010	12,9	590	9
2015	13,2	560	12
2020	13,4	540	14
2023	13,7	500	17

² IPCC (2021). Sixth Assessment Report.
³ FAO. (2020). *Climate-smart agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security*.
⁴ [1] Republički hidrometeorološki zavod Srbije. (2000–2023). Godišnji klimatski izveštaji

Vidljivo je da su ekstremno topli dani postali češći, što dovodi do toplotnog stresa kod useva, naročito u kritičnim fazama razvoja poput cvetanja i zrenja.

Tabela prikazuje promene u klimatskim parametrima u regionu Niša u periodu od 2000. do 2023. godine. Vidljiv je kontinuirani rast prosečne godišnje temperature, koja je sa 11,8°C u 2000. godini porasla na 13,7°C u 2023. godini. Istovremeno, količina godišnjih padavina se smanjuje – sa 620 mm na 500 mm, što ukazuje na trend sušnijih godina. Posebno zabrinjavajući podatak je porast broja dana sa temperaturama iznad 35°C, koji se više nego utrostručio, što značajno povećava rizik od suša, stresa kod biljaka i smanjene produktivnosti poljoprivrednih kultura. Ovi podaci potvrđuju da se klimatske promene u regionu Niša ne manifestuju samo kao blagi poremećaji, već kao ozbiljni klimatski pomaci sa dugoročnim posledicama po poljoprivredu.

UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA POLJOPRIVREDNU PROIZVODNJU

Prinosi useva

Klimatske promene direktno utiču na prinos poljoprivrednih kultura. Visoke temperature i nedostatak vlage dovode do poremećaja u fotosintezi i smanjenja biomase. Najviše su pogođene kulture kao što su pšenica i kukuruz, koje zahtevaju stabilne uslove tokom faze vegetacije.

Tabela 2. Prinosi osnovnih poljoprivrednih kultura u regionu Niša (2005–2023)⁵

Godina	Pšenica (t/ha)	Kukuruz (t/ha)	Jabuka (t/ha)
2005	4,2	6,0	16,0
2010	3,9	5,8	15,0
2015	3,8	5,5	14,5
2020	3,3	5,0	13,7
2023	3,1	4,7	13,2

Tabela prikazuje promene u prinosima tri ključne poljoprivredne kulture za ovaj region – pšenice, kukuruza i jabuke. Kod svih kultura primetan je pad prinosa tokom analiziranog perioda. Prinos pšenice je pao sa 4,2 t/ha u 2005. godini na 3,1 t/ha u 2023, dok je kod kukuruza pad sa 6,0 t/ha na 4,7 t/ha. Jabuka, kao predstavnik voćarske proizvodnje, takođe beleži pad prinosa sa 16 t/ha na 13,2 t/ha. Ovi podaci ukazuju na to da klimatski faktori poput ekstremne vrućine, nedostatka padavina i češćih vremenskih nepogoda imaju sve snažniji uticaj na poljoprivrednu produktivnost. Smanjenje prinosa nije posledica samo jedne klimatske godine, već pokazatelj trajnijih i strukturnih klimatskih promena koje zahtevaju hitne mere adaptacije u poljoprivrednoj praksi.

Voda i navodnjavanje

Smanjenje količine padavina u regionu Niša dovodi do sve veće zavisnosti poljoprivrede od veštačkog navodnjavanja. Tradicionalne metode koje su se oslanjale na prirodnu vlagu u zemljištu više nisu dovoljne za očuvanje stabilnih prinosa, posebno tokom letnjih meseci kada su sušni periodi sve duži. Ovo uslovljava potrebu za ulaganjem u sisteme

⁵ Republički zavod za statistiku. (2000–2023). Statistički godišnjaci.

za navodnjavanje, što značajno povećava troškove proizvodnje, posebno za mala i srednja gazdinstva. Istovremeno, vodni resursi u ovom regionu nisu neograničeni – izdašnost podzemnih voda je ograničena, a površinske vode često zavise od sezonskih padavina. Ukoliko se ovaj trend nastavi, pitanje dostupnosti vode za poljoprivredu moglo bi postati jedan od najvećih izazova u narednim decenijama. Zbog toga je neophodno planirano i racionalno upravljanje vodom, uključujući izgradnju malih akumulacija i primenu efikasnih metoda navodnjavanja kao što je sistem kap po kap.

Bolesti i štetočine

Klimatske promene dovele su i do značajnih promena u dinamici širenja bolesti i populacije štetočina. Povišene temperature i viša vlažnost tokom pojedinih perioda godine stvaraju povoljne uslove za razvoj insekata, gljivica i drugih patogena koji ranije nisu bili tipični za područje Niša. Pojava novih vrsta štetočina i oboljenja, kao i produženi periodi aktivnosti već postojećih, otežavaju planiranje zaštite useva i zahtevaju češću i intenzivniju upotrebu pesticida i fungicida. Ovo ne samo da dodatno povećava proizvodne troškove, već može imati i negativne posledice po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Stoga je neophodno uvesti integrisane sisteme zaštite bilja i kontinuirano pratiti klimatske i biološke uslove kako bi se blagovremeno reagovalo na promene.⁶

Promena izbora kultura

Suočeni sa klimatskim izazovima, sve više poljoprivrednika u regionu Niša razmatra promenu strukture proizvodnje. Tradicionalne kulture poput pšenice i kukuruza postaju sve ranjivije na ekstremne vremenske uslove, naročito na sušu. Kao odgovor, poljoprivrednici se sve češće okreću kulturama koje bolje podnose visoke temperature i manjak vlage, kao što su suncokret, soja i vinova loza. Ove alternativne kulture ne samo da nude veću otpornost na klimatske promene, već u nekim slučajevima mogu imati i bolju tržišnu vrednost. Ipak, prelazak na nove kulture zahteva dodatna ulaganja, promenu agrotehnike i nova znanja, pa je važno da poljoprivrednici imaju pristup stručnim savetima i finansijskoj podršci tokom procesa prilagođavanja.

MERE ADAPTACIJE I PREPORUKE

S obzirom na sve izraženije posledice klimatskih promena na poljoprivredu u regionu Niša, neophodno je blagovremeno prilagoditi proizvodne prakse novim uslovima. Jedan od ključnih koraka je uvođenje otpornijih sorti i hibrida poljoprivrednih kultura koje mogu podneti više temperature, nedostatak vlage i sve češće ekstremne vremenske prilike. Takođe, neophodna je modernizacija sistema za navodnjavanje, posebno uvođenjem efikasnijih metoda kao što je kap po kap sistem, uz racionalno korišćenje vodnih resursa. Očuvanje vlage u zemljištu, putem mulčiranja i smanjenja intenziteta obrade, takođe je važna mera zaštite prinosa.⁷

Uz tehničke mere, važno je ulagati u edukaciju poljoprivrednika i podizanje svesti o klimatskim izazovima i mogućnostima prilagođavanja. Savetodavne službe, obuke i razmena iskustava na lokalnom nivou mogu značajno doprineti adaptaciji. Na institucionalnom planu, preporučuje se jačanje podrške kroz subvencije, povoljne kredite i osiguranje useva, kao i donošenje regionalnih strategija prilagođenih specifičnostima Niškog kraja. Posebnu pažnju treba posvetiti saradnji sa naučnim ustanovama radi praćenja klimatskih trendova i razvoja prilagođenih rešenja.

Sve ove mere doprinose izgradnji otpornijeg poljoprivrednog sistema koji će moći da se izbori sa izazovima koje klimatske promene donose u narednim decenijama.

⁶ Jovanović, M. (2022). *Poljoprivredna politika i klimatske promene*. Univerzitet u Nišu

⁷ FAO. (2020). *Climate-smart agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security*.

ZAKLJUČAK

Klimatske promene predstavljaju sve prisutniji i intenzivniji faktor rizika za poljoprivrednu proizvodnju u regionu Niša. Analizirani podaci iz perioda od 2000. do 2023. godine pokazuju jasnu tendenciju povećanja prosečne godišnje temperature, smanjenja ukupne količine padavina i sve učestalije pojave ekstremnih vremenskih uslova, poput toplotnih talasa i produženih suša. Ovi klimatski fenomeni imaju direktan uticaj na zdravlje biljaka, dužinu i kvalitet vegetacionog perioda, kao i na prinos osnovnih poljoprivrednih kultura kao što su pšenica, kukuruz i jabuka.

Smanjenje prinosa, rast proizvodnih troškova zbog potrebe za dodatnim navodnjavanjem i zaštitom od novih bolesti i štetočina, kao i potreba za promenom agrotehničkih mera, ukazuju na to da će adaptacija na klimatske promene postati ključna komponenta uspešne i održive poljoprivrede u budućnosti. Pored toga, poljoprivrednici će sve češće biti primorani da menjaju strukturu proizvodnje, biraju otpornije sorte ili potpuno nove kulture koje bolje odgovaraju novim klimatskim uslovima.

Neophodna je i aktivnija uloga države i lokalne samouprave u obezbeđivanju podrške – kako finansijske (subvencije, povoljni krediti), tako i edukativne (stručna savetovanja, istraživački programi). Razvoj sistema za upravljanje rizikom, osiguranje useva, kao i efikasniji sistemi za navodnjavanje i čuvanje vlage u zemljištu moraju biti strateški prioriteti.

Na kraju, ovaj rad ukazuje na nužnost dugoročnog planiranja i primene klimatski pametne poljoprivrede u regionu Niša, što ne samo da će ublažiti negativne posledice klimatskih promena, već će omogućiti stabilniju i konkurentniju proizvodnju u narednim decenijama. Klimatske promene nisu samo ekološki, već i ekonomski i socijalni izazov, i kao takav zahteva multidisciplinarni i sveobuhvatan pristup u njihovom razumevanju i ublažavanju.

LITERATURA

- Republički hidrometeorološki zavod Srbije. (2000–2023). Godišnji klimatski izveštaji.
- Republički zavod za statistiku. (2000–2023). Statistički godišnjaci.
- IPCC (2021). Sixth Assessment Report.
- Milošević, D. (2019). *Klimatske promene i poljoprivreda u Srbiji*. Ekonomski fakultet Beograd.
- Jovanović, M. (2022). *Poljoprivredna politika i klimatske promene*. Univerzitet u Nišu.
- FAO. (2020). *Climate-smart agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security*.

UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA PLANIRANJE, UREĐENJE I ZAŠTITU GRADA BEOGRADA

Teodora Radović¹, Marija Bačić²

Apstrakt: Klimatske promene sve više utiču na urbane sredine širom sveta, a Beograd nije izuzetak. Klimatske promene koje sa sobom donose porast prosečne temperature, ekstremne vremenske uslove, pojave toplotnih talasa i obilnih padavina, predstavljaju izazove za planiranje, uređenje i zaštitu prestonice Srbije. Cilj ovog rada je analiza uticaja klimatskih promena na planiranje, uređenje i zaštitu grada Beograda, uz poseban fokus na opštinu Vračar u kojoj se nalazi meteorološka opservatorija Beograd. Analiziraju se pojave poput „urbanih toplotnih ostrva“, zelene infrastrukture, zelenih krovova i ekološkog indeksa. Rad se bavi i analizom zelenog pojasa i njegovog uticaja na kvalitet života stanovništva. Zaključuje se da je neophodno unaprediti zelene površine i ulagati u zelenu infrastrukturu kako bi Beograd postao otporniji, prilagodljiviji i održiviji grad u kontekstu klimatskih promena.

Ključne reči: klima, temperatura, zelena infrastruktura, ekološki indeks

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON PLANNING, DEVELOPMENT AND PROTECTION OF THE CITY OF BELGRADE

Abstract: Climate change is increasingly affecting urban environments around the world, and Belgrade is no exception. Climate changes, which bring with them an increase in average temperature, extreme weather conditions, occurrence of heat waves and heavy rainfall, present challenges for the planning, arrangement and protection of the capital of Serbia. The aim of this work is to analyze the impact of climate change on the planning, arrangement and protection of the city of Belgrade, with a special focus on the municipality of Vračar, where the Belgrade meteorological observatory is located. Phenomena such as "urban heat islands", green infrastructure, green roofs and ecological index are analyzed. The paper deals with the analysis of the green belt and its impact on the quality of life of the population. It is concluded that it is necessary to improve green areas and invest in green infrastructure in order to make Belgrade a more resilient, adaptable and sustainable city in the context of climate change.

Key words: climate, temperature, green infrastructure, ecological index

¹ Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet (MAS Turizmologija), Studentski trg 3/III, Beograd;
E-mail: teodoradovic23@gmail.com

² Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet (OAS Turizmologija), Studentski trg 3/III, Beograd;

UVOD

Meteorološka opservatorija Beograd (MOB) koja se nalazi u centru grada, odnosno na Vračaru, pruža najduži niz podataka kada se govori o temperaturi u prestonici. MOB pruža podatke o temperaturi u Beogradu od 1887. godine. U analiziranom vremenskom periodu (1888. – 2020.) može se primeniti nekoliko stvari. Srednja godišnja temperatura u Beogradu iznosi 12,1°C u navedenom vremenskom periodu. Srednja godišnja temperatura je u skoro stalnom porastu od 1,7/100 godina°C. S obzirom da je na svetskom nivou porast srednje godišnje temperature oko 0,8/100°C, možemo primetiti da Beograd duplo nadmašuje svetski prosek. Porast temperature ipak nema linearan karakter jer se u nekim decenijama temperatura nije povećavala. To se prvenstveno odnosi na period od 1950. do 1980. godine kada je bio zabeležen blagi pad prosečne temperature. Nakon spomenute tri decenije, temperatura nastavlja da raste. (Todorović, 2022)

Kada pričamo o promeni, odnosno porastu temperature u velikim gradovima, moramo spomenuti i jedan važan faktor u obradi podataka. U pitanju je promena mikro klime na kojoj se meri temperatura. Na početku merenja klime (1887. godina), Vračar se nalazio na periferiji grada, a danas se on nalazi u samom centru prestonice. Mikro klima se zbog izgradnje velikog broja objekata u centru grada promenila i to je doprinelo do stvaranja takozvanog „urbanog toplotnog ostrva“. U svetskom proseku su centralni delovi grada topliji od 0,5 do 1,0°C u odnosu na samu periferiju grada. Prestonica Srbije nekada odstupa od svetskim proseka i zabeležene su temperature do 3°C niže u daljim seoskim periferijama grada. Možemo zaključiti da u Beogradu temperatura raste brže od svetskog proseka i da to svakako negativno utiče na planiranje i uređenje grada. (Todorović, 2022)

Ako govorimo o klimatskim promenama, moramo spomenuti i padavine. Za razliku od temperature, padavine ne beleže trend rasta. One su uglavnom jednake svake godine. U istom analiziranom periodu (od 1888. do 2020.) nema značajnih promena u količini padavina. Padavine u manjoj meri utiču na planiranje, uređenje i zaštitu grada Beograda. (Todorović, 2022)

Jedan od načina za poboljšanje urbane mikro klime i razbijanje urbanaog toplotnog ostrva jesu izgradnja zelene infrastrukture. Na taj način se letnje temperature mogu sniziti za nekoliko stepeni i mogu se ublažiti klimatski ekstremi. Moguće je regulisati vlažnost vazduha, smanjiti udare jakih vetrova i ublažiti insolaciju. Gradsko zelenilo po mnogim studijama ublažava depresiju i anksioznost, a boravak u parku se može koristiti u zdravstvene svrhe. (Mitić-Radulović, et al.,2022)

Trenutno zelene površine obuhvataju manje od 13% prestonice. Njih karakteriše loša teritorijalna raspodela. Oko 9,5% (od ukupno 12,38%) zelenih površina se nalazi izvan grada i u pitanju su gradske šume. Centralni deo grada sadrži samo 2,83% zelenih površina. (Mitić-Radulović, et al.,2022)

Grad Beograd bi trebalo u budućnosti da se okrene viziji da postane „zeleni grad“. Jedno od glavnih karakteristika ovakvih gradova jeste njihova otpornost na nove klimatske promene i brza adaptacija. Takvi gradovi su bolji za život i rad stanovništva. (Mitić-Radulović, et al.,2022)

ZELENA INFRASTRUKTURA

Svedoci smo činjenice da se naša klima menja i da je neophodno preduzeti adekvatne mere za adaptaciju na klimatske promene. Takođe, može se očekivati pad kvaliteta života stanovnika urbanih područja. Između ostalog, zbog odsustva strategija koje bi se bavile ovom

problematicom, gradovi neće biti pripremljeni za klimatske ekstreme i razorne vremenske prilike. Jedan od oruđa adaptacije na pomenute promene je zelena infrastruktura koja nesumljivo obezbeđuje niz pozitivnih efekata pri njenom integrisanju u prostorno planiranje i teritorijalni razvoj, koji mogu dati ekološke, društvene i ekonomske koristi.

Zelena infrastruktura obuhvata zelene prostore (ili plave prostore, ako su uključeni i akvatični ekosistemi) i druge fizičke elemente kopna (uključujući priobalja), ali i morska područja. Ona je strateški planirana kako bi mogla da doprinese regionalnom razvoju, adaptaciji na klimatske promene i opštem očuvanju životne sredine. Srbija, a posebno grad Beograd bi trebalo da slede evropsku politiku i da u strategijama, planovima i praksi razmotre realizaciju zelene infrastrukture koja se pokazala kao efikasna preventivna mera u borbi sa prognoziranim klimatskim promenama za razliku od "sive" infrastrukture.

Klimatske promene i pretnje socijalnoj dobrobiti i ekonomskoj budućnosti stanovništva biće dobar razlog zbog kog bi grad Beograd trebao da donese svoju strategiju adaptacije na klimatske promene i ublažavanja njihovih potencijalnih negativnih efekata (Cvejić i dr., 2011). Ova strategija treba da obuhvati planiranje i implementaciju zelene infrastrukture grada, kao i istraživanje direktne monetarne koristi od zelene infrastrukture.

Na osnovu toga predlaže se praćenje sledećih smernica i preporuka:

- Neophodno je inoviranje i prilagođavanje metodologije urbanističkog planiranja radi adaptacije urbane sredine na klimatske promene.
- Planiranje i implementacije zelene infrastrukture treba da bude deo strategije koja se odnosi na adaptaciju grada Beograda na globalne klimatske promene.
- Neophodne su nove vrste istraživačkih interdisciplinarnih projekata.

Koncept „zelenog pojasa“, analiziran u radu pod nazivom „Potencijali rubne zone Beograda za formiranje multi funkcionalnog zelenog pojasa grada: savremeni izazovi ublažavanja klimatskih promena i adaptacija na njih“ (Cvejić i dr., 2013), odnosi se na zadržavanje neizgrađenog otvorenog prostora tj. prostora koji „dišu“, kojim se rešavaju dva izuzetno važna izazova XXI veka – urbanizacije i klimatskih promena.

Zahvaljujući analizi rubne zone Beograda i potencijala za formiranje potencijalnog zelenog pojasa zapažen je raznovrstan predeo i diverzitet posmatrane zone. Pozitivna karakteristika rubne zone Beograda jeste da je još uvek očuvana njena poroznost od preko 85%, dok se negativne karakteristike odnose na malu zastupljenost eko-sistema sa visokim efektima adaptacije na klimatske promene. Pomenuta pozitivna karakteristika je od izuzetnog značaja za planiranje multifunkcionalnog zelenog pojasa i ostvarivanje očekivanih efekata adaptacije na globalne klimatske promene, ali i njihovog ublažavanja. S tim u vezi, prepoznate su koristi koje zeleni pojas pruža pa su tako predložene sledeće smernice i preporuke za njegovo formiranje u rubnoj zoni grada Beograda:

- Multifunkcionalnost rubne zone ili potencijalnog zelenog pojasa grada podrazumeva izradu posebnog plana koji bi objedinio više aktuelnih projekata kojima je obuhvaćena ova zona, kao što je npr. projekat „Zeleni prsten Beograda“.
- Zeleni pojas i cela rubna zona koja okružuje grad može doprineti obezbeđenju resursa životne sredine za stanovnike Beograda. Bez obzira na potencijalni model zelenog pojasa i političke i partnerske odluke važne za njegovu implementaciju, koje su od značaja za adaptaciju na klimatske promene, neophodno je preduzeti sledeće:
 - Ostvariti balans između širenja izgrađenih područja i otvorenih prostora rubne zone;
 - Integrisati mere adaptacije na klimatske promene i njihovog ublažavanja u planiranje rubne zone;

- Očuvati zaštićena područja;
- Obezbediti razvoj ekološki otpornih i raznovrsnih predela;
- Obnoviti šumske ekosisteme, vlažna staništa i priobalja.

Imajući u vidu da je područje Beograda izabrano za uspostavljanje metodologije za odabir autohtonih vrsta biljaka za dizajn zelenih krovova, u razmatranje su uzete i opšte klimatske karakteristike posmatranog područja. Srednja godišnja temperatura u Beogradu je 11,8°C, prosečna godišnja relativna vlažnost vazduha iznosi 68%, dok se godišnja visina padavina kreće od 620 mm do 690 mm. Ukoliko posmatramo godišnju količinu padavina, možemo zaključiti da je na zadovoljavajućem nivou, ali problem može predstavljati raspoređenost padavina po mesecima. U takvim situacijama se Beograd može suočiti sa dugim sušnim periodima. (Pantić i dr., 2022)

Upotreba autohtonih biljaka u dizajnu zelenog krova ne samo da će olakšati njihovo održavanje nego će voditi i ka očuvanju biološke raznovrsnosti. Kao što je već pomenuto, u Beogradu se javljaju sušni periodi koji mogu trajati dugo što se svakako uzima u obzir kada je reč o dizajnu održivih zelenih krovova. Iako je značajna količina padavina zabeležena tokom cele godine, vrste koje su predložene za dizajn su visoko ili umereno otporne na sušu i s toga se preporučuje korišćenje kserotermalnih biljnih vrsta. (Pantić i dr., 2022)

Zeleni krovovi su elementi zelene infrastrukture koji sve više dobijaju na značaju zahvaljujući svojim pozitivnim karakteristikama. Zeleni krovovi koji su prisutni u urbanim sredinama omogućavaju povećanje ukupne površine pod vegetacijom uz smanjenje efekta urbanih toplotnih ostrva. Poslednjih godina se izgradnja ovog vida zelene infrastrukture sve više primenjuje kao jedna od mera za obezbeđivanje uslova za adaptaciju gradskih područja na klimatske promene. Takođe, njihovo formiranje predstavlja jednu od ključnih strategija očuvanja biodiverziteta. (Pantić i dr., 2022)

Vizija grada Beograda jesta da u budućnosti postane jedan od „zelenih gradova” koji će biti adaptirani na nove uslove koje diktiraju klimatske promene, dok urbanističko planiranje predstavlja jedan od najvažnijih instrumenata za ostvarenje te adaptacije. Grad Beograd je usvojio nekoliko ključnih strateških i planskih dokumenata poput Akcionog plana adaptacije na klimatske promene sa procenom ranjivosti („Sl. list grada Beograda”, br.65/2015). (Mitić-Radulović, et al.,2022)

EKOLOŠKI INDEKS

Ekološki indeks predstavlja ekološku meru smanjenja uticaja klimatskih promena na grad i kojim se odražava nivo ekološkog komfora i biodiverziteta prilikom izgradnje novih objekata i kompleksa (Mitić-Radulović, et al., 2022). Pojam „ekološki indeks” definiše se kao složeni urbanistički pokazatelj, čija se zadata vrednost ostvaruje kombinacijom različitih ekoloških urbanističkih parametara poput površine zelenila u direktnom kontaktu sa tlom, raznolikost vegetacije, poluporozne površine ili broj i kvalitet posadenih drveća, čime se doprinosi ekološkom i termalnom komforu pri novoj izgradnji (Mitić- Radulović, et al., 2022)

Kroz PGR sistem zelenih površina Beograda je pojašnjeno kako se to postiže: „Ekološki indeks (EI) parcele predstavlja količnik zbira površina (P) pojedinih ekološki funkcionalnih prostora parcele (T1, T2,...) pomnoženih sa odgovarajućim težinskim faktorom (TF1, TF2,...) i ukupne površine parcele”. (Mitić-Radulović, et al.,2022)

U Beogradu je potrebno promeniti ekološki indeks. U pitanju je instrument kojim se održava dobar nivo ekološkog komfora pri izgradnji novih stambenih objekata i drugih kompleksa. Po definiciji, ekološki indeks je složeni urbanistički pokazatelj čija se zadata vrednost postiže kombinacijom različitih ekoloških i urbanističkih parametara, čine se doprinosi ekološkom komforu pri novoj izgradnji. (Mitić-Radulović, et al.,2022)

Za sprovođenje ekološkog indeksa u praksi, neophodno je utvrditi sledeće stvari:

- listu relevantnih ekoloških urbanističkih parametara
- težinske parametre po metru kvadratnom za svaki od tih urbanističkih parametara
- ciljnu, tj. Zahtevanu vrednost ukupnog ekološkog indeksa, koju treba postići kroz urbanističko – arhitektonsko rešenje. (Mitić-Radulović, et al.,2022)

LITERATURA

Cvejić, J., Tutundžić, A., Bobić, A.; Radulović, S. (2014). Uticaj klimatskih promena na planiranje i projektovanje. Beograd: Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet.

Mitić Radulović, A., Lukić, M. & Simić, M. (2022). Ekološki indeks kao instrument adaptacije Beograda na klimatske promene. U: V. Šećerov, D.S. Đorđević, Z. Radosavljević, M.R. Jeftić, (ured), Lokalna samouprava u planiranju i uređenju prostora i naselja (str. 123-130). Beograd: Asocijacija prostornih planera Srbija, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet.

Pantić, T., Bjedov, I., Nešić, M., Obratov-Petković, D., Stojanović, N. & Skočajić, D. (2022). Utvrđivanje metodologije za izbor alternativnih biljnih vrsta za dizajn održivih zelenih krovova. Glasnik Šumarskog fakulteta, 126, 143-145.

Todorovic, N. (2022). Trend temperature i padavina u Beogradu i brze klimatske promene. *Voda i sanitarna tehnika*, 53-60.

PRIMENA GIS-A I METODE VIŠEKRITERIJUMSKE ANALIZE ZA IDENTIFIKACIJU POTENCIJALNIH LOKACIJA ZA IZGRADNJU SOLARNIH ELEKTRANA NA TERITORIJI JABLANIČKOG OKRUGA

Matija Milić¹, Milan Miletić², Jovana Vuletić³

Apstrakt: Ubrzani porast broja stanovnika u svetu poslednjih decenija doprineo je većoj potrošnji električne energije. Električna energija dobijena iz obnovljivih izvora poput Sunca, vode, vetra i termalnih izvora može doprineti smanjenju zagađenja u regionima i državama širom sveta. Zbog toga je neophodno povećati ulaganja u izgradnju sistema koji će koristiti obnovljive izvore energije. Prema tome, predmet istraživanja rada je analiza uslova za izgradnju solarnih elektrana na teritoriji Jablaničkog okruga. Osnovni cilj rada je utvrđivanje i evaluacija osnovnih parametara povoljnosti za njihove potencijalne lokacije. U softveru QGIS izvršene su prostorne analize i izrađena je karta povoljnosti terena za izgradnju solarnih elektrana. AHP metod kao jedan od najznačajnijih metoda višekriterijumske analize primenjen je za određivanje težinskih koeficijenata kriterijuma. Analizom nagiba terena utvrđeno je da tereni koji su najpovoljniji za izgradnju solarnih elektrana obuhvataju 29,27% teritoriji okruga. Južne padine obuhvataju 10,13% teritorije okruga, dok klasi najpovoljnijih pripadaju jugoistočne i jugozapadne padine sa ukupno 22,85% teritorije okruga. Višekriterijumskom analizom utvrđeno je da 15,88% teritorije Jablaničkog okruga ima veoma povoljne uslove za izgradnju solarnih elektrana.

Ključne reči: GIS, AHP metod, solarne elektrane, električna energija, Jablanički okrug

APPLICATION OF GIS AND MULTICRITERIA ANALYSIS METHODS FOR THE IDENTIFICATION OF POTENTIAL LOCATIONS FOR THE CONSTRUCTION OF SOLAR POWER PLANTS IN THE TERRITORY OF JABLANIČKI DISTRICT

Abstract: The rapid increase in the world's population in recent decades has contributed to higher electricity consumption. Electricity generated from renewable sources such as solar, hydro, wind and heat can contribute to the reduction of pollution in regions and countries around the world. It is therefore necessary to increase investment in the construction of plants that use renewable energy sources. The subject of the research paper is therefore the analysis of conditions for the construction of solar power plants on the territory of the Jablanički district. The main objective of the work is to determine and evaluate the basic

¹ Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Višegradska 33, 18000 Niš, Srbija; matija.milic@pmf.edu.rs, ORCID: 0000-0003-3837-8570;

² Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Višegradska 33, 18000 Niš, Srbija; milan.miletic@pmf.edu.rs, ORCID: 0000-0003-2657-5374;

³ Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Višegradska 33, 18000 Niš, Srbija; jovana.vuletic1@pmf.edu.rs, ORCID: 0009-0000-3090-5319.

parameters of convenience for their potential locations. Spatial analyzes were carried out using QGIS software and a map of the suitability of the terrain for the construction of solar power plants was created. The AHP method, one of the most important methods of multi-criteria analysis, was used to determine the weighting coefficients of the criteria. The analysis of the terrain slope showed that the most favorable terrain forms for the construction of solar power plants account for 29.27% of the territory of the district. The southern slopes occupy 10.13% of the district's area, while the southeastern and southwestern slopes belong to the most favorable class with a total of 22.85% of the district's area. A multi-criteria analysis showed that 15.88% of the territory of the Jablanica district has very favorable conditions for the construction of solar power plants.

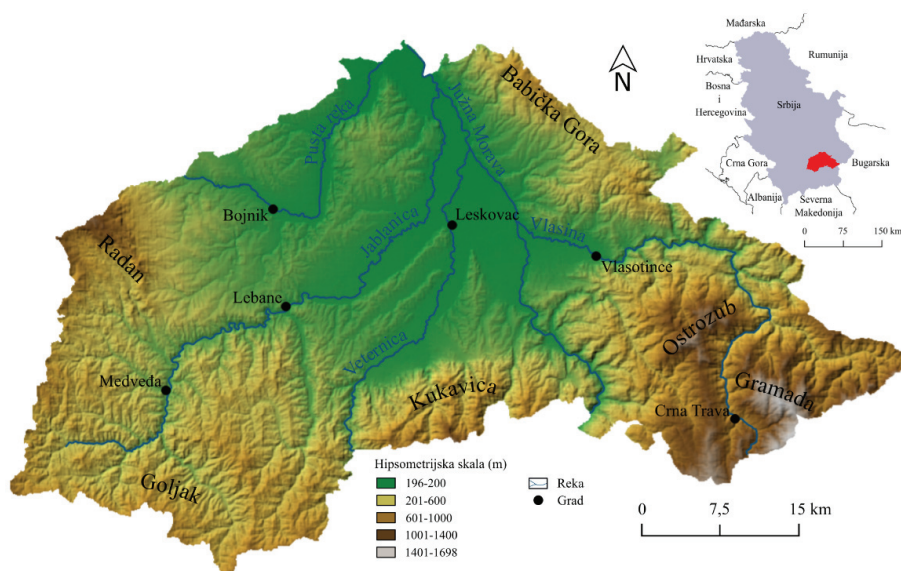
Keywords: GIS, AHP method, solar power plants, electric energy, Jablanički district

UVOD

Proizvodnja električne energije se nezaustavljivo povećava kako bi se zadovoljile globalne potrebe, dok sa druge strane, rezerve fosilnih goriva ponestaju. Osim problema dostupnosti, intenzivno korišćenje fosilnih goriva za dobijanje električne energije dovodi do degradacije životne sredine. Emisija gasova sa efektom staklene bašte (CO_2 , CH_4 , NO , halogenovani ugljovodonici) dovodi do porasta globalne temperature, a klimatske promene sa sobom donose niz ekstremnih događaja (oluje, suše, poplave) i posledica (nestašica hrane i pijaće vode, epidemije) (Долџак, 2020).

Ograničene rezerve tradicionalnih izvora energije, njihov negativni uticaj na životnu sredinu kao i potrebe za nižim troškovima proizvodnje električne energije podstakli su mnoge zemlje da povećaju upotrebu obnovljivih izvora energije. Solarna energija ima potencijal da zadovolji različite potrebe za električnom energijom u svakodnevnom životu, od kućne do industrijske upotrebe. Sunce predstavlja čist, besplatan i bogat izvor energije koji može da obezbedi održivi ekonomski razvoj bez zagađenja životne sredine i klimatskih promena. Direktna konverzija sunčeve energije u električnu odvija se putem fotonaponskog efekta. Veći broj fotonaponskih sistema postavljenih na jednom mestu radi proizvodnje električne energije za mrežu čini solarnu elektranu. Izbor odgovarajuće lokacije za izgradnju solarnih elektrana veoma je važan za smanjenje troškova ulaganja, kao i operativnih troškova i poboljšanje efikasnosti (Doljak & Stanojević, 2017; Yuce, Isik & Yalcin, 2022).

Republika Srbija ima dobar potencijal za korišćenje solarne energije za proizvodnju električne ili toplotne energije posebno u svojim jugoistočnim delovima gde na godišnjem nivou intenzitet Sunčevog zračenja u proseku iznosi 1550 kWh/m^2 (Tešić, 2023). U radu su istraženi potencijali korišćenja solarne energije na teritoriji Jablaničkog okruga (Slika 1). Cilj rada je da se odrede lokacije na kojima bi izgradnja solarnih elektrana bila ekonomski i ekološki opravdana.



Slika 1. Položaj Jablaničkog okruga

Izvor: Autori

Jablanički okrug, sa površinom od 2770,03 km², administrativno pripada regionu Južne Srbije. Okrugu pripada teritorija grada Leskovca i opštine Medveđa, Bojnik, Lebane, Vlasotince i Crna Trava (Павловић, 2019a). Teritorija grada Leskovca obuhvata središnji deo okruga, Leskovačku kotlinu i doline Južne Morave i Veternice. Opština Bojnik obuhvata istočne padine planine Radan i dolinu srednjeg i donjeg toka Puste reke. Zapadne oblasti okruga, u gornjem toku reke Jablanice, pripadaju opštini Medveđa. Opštini Lebane pripadaju oblasti u srednjem toku reke Jablanice, kao i oblasti koje pripadaju podgorini planine Goljak. Opština Vlasotince obuhvata oblasti u dolini reke Vlasine, desne pritoke Južne Morave. Najistočnija opština u okrugu je Crna Trava kojoj pripadaju oblasti u gornjem toku reke Vlasine i padine Ostrozuba i Gramade (Павловић, 2019b).

MATERIJALI I METODE

U radu su primenjeni deskriptivni, tekstualni, analitički, sintezni, kartografski, komparativni i aplikativni metod. Kartografskim metodom, kao jednim od najvažnijih, analizirani su podaci o reljefu, zemljišnom pokrivaču, nagibu terena, ekspoziciji, globalnom zračenju pod optimalnim nagibom (Global tilted irradiation - GTI) i zaštićenim prirodnim područjima na teritoriji Republike Srbije. Podaci o reljefu su preuzeti iz digitalnog elevacionog modela (DEM) rezolucije 30 m. Zemljišni pokrivač je analiziran pomoću baze podataka CORINE Land Cover Evropske agencije za zaštitu životne sredine (CLC, 2018). Sve analize su izvršene u softveru QGIS, na podlozi Google Road. Pojave i objekti na kartama su prikazani u Merkatorovoj projekciji WGS 84 / UTM zone 34N. U cilju izrade sintezne karte povoljnosti izgradnje solarnih elektrana na teritoriji Jablaničkog okruga korišćeno je 6 tematskih karata.

Primena GIS-a i metode višekriterijumske analize za identifikaciju potencijalnih lokacija za izgradnju solarnih elektrana na teritoriji Jablaničkog okruga

Za određivanje potencijalnih lokacija za izgradnju solarnih elektrana bilo je potrebno primeniti višekriterijumske metode za donošenje odluka. Jedna od najprimenjivijih je AHP metoda (analitički hijerarhijski proces). Metoda predstavlja jedan od najpogodnijih alata u analizi odlučivanja. Kreirana je u cilju pružanja pomoći donosiocima odluka u rešavanju složenih problema odlučivanja u kojima učestvuje veliki broj alternativa (Gunen, 2021; Milić, 2024).

AHP metodu prvi prut su predložili Majers i Alpet 1968. godine. Tomas Saati je 1977. godine razvio upotrebljiv metod za rešavanje problema u donošenju odluka (Colak et al., 2019; Yuce et al., 2022). Najvažnija karakteristika metode je da donosilac odluka može uključiti objektivne i subjektivne činjenice u procesu donošenja odluka. Ovim metodom se kombinuju znanja, iskustva, misli i intuicija pojedinaca (Milić, 2024). AHP metod koristi Satijevu skalu koja služi za objašnjenje rangiranja pojava. Rang apsolutno najznačajnije i najpoželjnije je na skali 9, veoma snažno ka apsolutno najznačajnijem na skali 8, veoma snažno ka veoma značajnom i poželjnom na skali 7, snažno ka veoma snažno na skali 6, snažnije više značajno i poželjno na skali 5, snažnije ka više značajnijem na skali 4, slabije više značajno i poželjno na skali 3, podjednako ka slabijem i višem na skali 2 i podjednako značajno i poželjno na skali 1 (Saaty, 2008; Solangi et al., 2019; Yuce et al., 2022). Metoda se zasniva na matrici poređenja u paru za određivanje težine glavnog kriterijuma i podkriterijuma. Poređenje je veoma važno za određivanje nivoa na kojem je jedan kriterijum važniji od drugog (Gunem, 2021). U narednoj tabeli predstavljena je matrica AHP metode koja je primenjena za dobijanje finalne karte povoljnosti terena za izgradnju solarnih elektrana u Jablaničkom okrugu.

Tabela 1. Primenjena AHP matrica za teritoriju Jablaničkog okruga

	GTI	Ekspozicija	Corine Land Cover	Nagib
GTI	1	3	4	4
Ekspozicija	1/3	1	4	3
Corine Land Cover	1/4	1/4	1	3
Nagib	1/4	1/3	1/3	1

Izvor: Autori

REZULTATI I DISKUSIJA

Prostornom analizom GTI utvrđeno je da najveći deo površine Jablaničkog okruga ima povoljne uslove za izgradnju solarnih elektrana. Ukupna površina od 73,15% koja pripada ovoj klasi prima 1500-1600 kWh/m² globalnog zračenja na godišnjem nivou. Količinu veću od 1600 kWh/m² globalnog zračenja prima 21,39% teritorije okruga, u kome vladaju veoma povoljni uslovi za izgradnju solarnih elektrana. Samo 0,05% teritorije okruga pripada veoma nepovoljnoj klasi i prima manje od 1300 kWh/m². Tereni sa nepovoljnim uslovima za izgradnju solarnih elektrana obuhvataju 0.48% teritorije okruga. Srednje povoljne uslove imaju tereni koji primaju 1400-1500 kWh/m² globalnog zračenja na godišnjem nivou i zahvataju 4,93% teritorije okruga.

Namena zemljišta je jedan od važnih faktora koji se često uzima u obzir prilikom izgradnje objekta i solarnih elektrana. Takođe, veoma je važno voditi računa koji tipovi vegetacije dominiraju na istraživanom prostoru jer u velikoj meri mogu biti ograničavajući faktor (Milić, 2024). Prema prostornoj analizi namene zemljišta utvrđeno je da veliki deo teritorije okruga ima veoma nepovoljne uslove za izgradnju solarnih elektrana. Površine na kojima nije moguće izgraditi solarne elektrane obuhvataju 56,04% teritorije okruga. Ovoj klasi pripadaju teritorije ruralnih i urbanih sredina, industrijske zone i komercijalne jedinice, oblasti ekstrakcije mineralnih sirovina, gradilišta, objekti za sport i rekreaciju, voćne plantaže, listopadne, četinarske i mešovite šume, vodotoci, močvare i oblasti pod vodom. Tereni koji imaju srednje povoljne uslove za izgradnju solarnih elektrana obuhvataju 16,94% teritorije okruga. Srednje povoljnoj klasi pripada poljoprivredno zemljište sa prirodnom vegetacijom i prelazne žbunovite oblasti. Nepovoljne uslove, koji vladaju na vinogradima, poljoprivrednim površinama i oblastima zahvaćenim požarima, ima 13,67% teritorije okruga. Za razliku od njih, povoljne uslove ima 10,99% teritorije okruga. Ovoj klasi pripada nenavodnjavano poljoprivredno zemljište. Najmanju površinu okruga obuhvataju pašnjaci, prirodni travnjaci i oblasti sa oskudnom vegetacijom. Oni imaju veoma povoljne uslove za izgradnju solarnih elektrana i obuhvataju samo 2,36% teritorije okruga.

Nagib i ekspozicija predstavljaju veoma bitne faktore koji se uzimaju u obzir prilikom izgradnje objekata. Najpovoljnije padine za izgradnju solarnih elektrana su one koje su okrenute ka jugu, jugoistoku i jugozapadu (Doljak, 2020). Najveći deo okruga, 34,84%, ima srednje povoljne uslove za izgradnju solarnih elektrana i obuhvata padine nagiba 10-20°. Veoma povoljne uslove, sa terenima koji imaju manje od 5° nagiba, ima 29,22% teritorije okruga. Tereni sa veoma povoljnim uslovima su registrovani u Leskovačkoj kotlini i njenom obodu, dolini Južne Morave, donjim tokovima Puste reke, Jablanice, Veternice i Vlasine, kao i na vrhovima uzvišenja u brdsko-planinskim krajevima okruga. Povoljne uslove ima klasa kojoj pripadaju nagibi terena 5-10°. Oni obuhvataju 23,62% teritorije okruga. Nagib terena veći od 30° procentualno obuhvata najmanju površinu okruga od 1,19% teritorije i pripada veoma nepovoljnoj klasi. Tereni sa nepovoljnim uslovima za izgradnju solarnih elektrana i nagiba od 20-30° obuhvataju 11,13% teritorije okruga.

Najveću površinu okruga zahvataju istočne i zapadne padine koje imaju srednje povoljne uslove za izgradnju solarnih elektrana. One obuhvataju 29,08% teritorije okruga i dominiraju u podgorini Radana, Goljaka, Babičke Gore, Ostrozuba i Gramade. Analizom rezultata je utvrđeno da tereni sa nepovoljnim i veoma nepovoljnim uslovima obuhvataju veću površinu u odnosu na povoljne i veoma povoljne terene. Nepovoljni tereni koji obuhvataju severozapadne i severoistočne padine obuhvataju 25,63% teritorije okruga. Veoma nepovoljni tereni koji obuhvataju severne padine Kukavice, Goljaka, Ostrozuba i Gramade zahvataju 12,32% teritorije okruga. Jugoistočne i jugozapadne padine zahvataju 22,84% teritorije okruga. Najmanju površinu okruga zahvataju veoma povoljni uslovi za izgradnju solarnih elektrana. Ovoj klasi pripadaju južne padine koje obuhvataju samo 10,13% teritorije okruga.

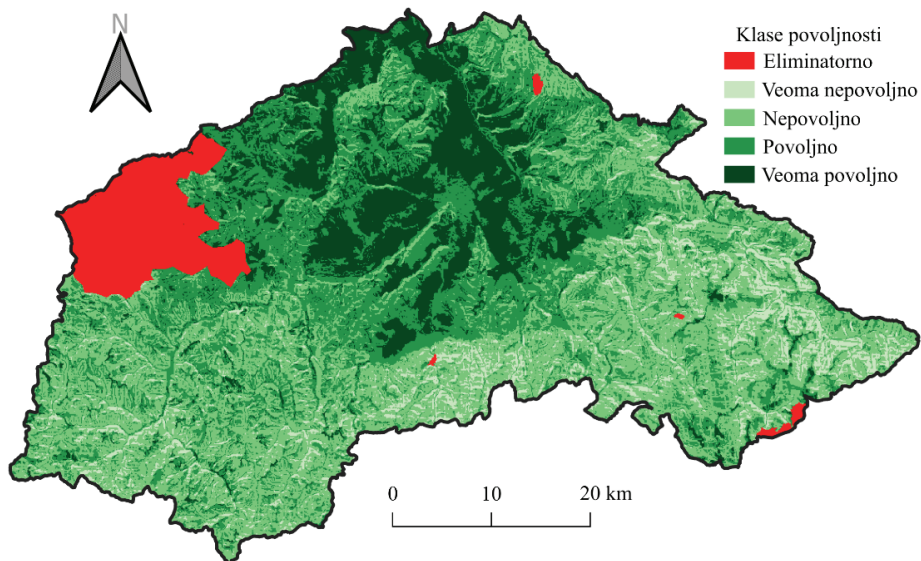
Prostornom analizom registrovane su površine na teritoriji okruga na kojima nije moguće izgraditi solarne elektrane i one su označene kao eliminatorne. Površine koje su registrovane kao eliminatorne su bile teritorije urbanih sredina, industrijske i komercijalne jedinice, oblasti ekstrakcije mineralnih sirovina, gradilišta, objekti za sport i rekreaciju, voćne plantaže, listopadne, četinarske i mešovite šume, vodotoci, kopnene močvare i oblasti pod vodom. Analizom površina, istoj klasi su dodate i površine zaštićenih prirodnih dobara na teritoriji okruga kao što su: Park prirode Radan (I, II i III zona), Nematerijalno kulturno dobro – Prirodni prostor kompleksa Jašunjskih manastira sv. Jovana i sv. Bogorodice, Park Izuzetnih odlika Vlasina (II zona), Specijalni rezervat prirode Zelenice, Spomenik prirode Mrkonjski vis, Stablo oskoruse – Sejanica, Hrast zapis u Crnoj Bari, u selu Orašac u opštini

Primena GIS-a i metode višekriterijumske analize za identifikaciju potencijalnih lokacija za izgradnju solarnih elektrana na teritoriji Jablaničkog okruga

Leskovac, Bogojevački brest – zapis, Kutleški hrast – zapis, Stablo hrasta lužnjaka u selu Slavnik. Rezultati su pokazali da su eliminatorne površine, odnosno oblasti na kojima nije moguće graditi solarne elektrane, obuhvatale 6,54% teritorije okruga. Sa druge strane, 93,46% teritorije okruga po ovom kriterijumu ima povoljne uslove za izgradnju solarnih elektrana.

U cilju dobijanja finalne karte povoljnosti terena sabrani su reklasifikovani lejeri koji se odnose na GTI, ekspoziciju terena, nagib terena i namena korišćenja zemljišta, pri čemu je svakom lejeru dodat težinski koeficijent dobijen AHP metodom. Najniži težinski koeficijent u vrednosti od 0,08 ima GTI. Ekspozicija i namena korišćenja zemljišta su veoma bitni faktori jer njihovi težinski koeficijenti iznose 0,14, odnosno 0,28. Najznačajniji faktor predstavlja nagib terena čiji težinski koeficijent iznosi 0,5.

Sledeći korak u analizi je bila reklasifikacija novodobijenog lejera u četiri klase. Zatim je pomnožen lejerom koji se odnosi na površine koje imaju eliminatorne vrednosti. Rezultati su pokazali da 6,54% teritorije okruga nema uslove za izgradnju solarnih elektrana. Najveći deo teritorije okruga, 38,67%, ima nepovoljne uslove za izgradnju solarnih elektrana. Tereni sa veoma nepovoljnim uslovima za izgradnju solarnih elektrana obuhvataju značajno manju površinu koja iznosi 5,96% teritorije okruga. Veoma povoljni uslovi za izgradnju solarnih elektrana su registrovani u Leskovačkoj kotlini, dolini Južne Morave, srednjem i donjem toku Puste reke, donjim tokovima Jablanice, Veternice i Vlasine. Na krajnjem istoku okruga, na teritoriji opštine Crna Trava, registrovano je nekoliko oblasti koje imaju veoma povoljne uslove za izgradnju solarnih elektrana. Registrovane oblasti su u selima Dobro Polje i Vus, kao i na padinama Gramade. Ukupna površina terena na kojima vladaju veoma povoljni uslovi iznosi 15,88% teritorije okruga. Povoljni uslovi za izgradnju solarnih elektrana registrovani su na obodu Leskovačke kotline, višim terenima okrenutim ka jugoistoku i jugozapadu. Oni zahvataju skoro 1/3 teritorije okruga, odnosno 32,95% (Slika 2).



Slika 2. Povoljnost terena dobijena višekriterijumskom analizom za izgradnju solarnih elektrana na teritoriji Jablaničkog okruga

Izvor: Autori

ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja pokazali su da Jablanički okrug ima značajan potencijal za izgradnju solarnih elektrana, pri čemu 15,88% teritorije poseduje veoma povoljne uslove, dok dodatnih 32,95% obuhvata terene koji su povoljni za ovu namenu. Prostorna analiza globalnog sunčevog zračenja, ekspozicije terena, nagiba i namene zemljišta, uz primenu AHP metode višekriterijumske analize, omogućila je precizno utvrđivanje optimalnih lokacija. Oblasti Leskovačke kotline, doline Južne Morave, srednjeg i donjeg toka Puste reke, donjeg toka Jablanice, Veternice i Vlasine, selo Dobro Polje i Vus, kao i padine Gramade koje pripadaju opštini Crna Trava identifikovane su kao najpovoljnije lokacije za izgradnju solarnih elektrana u Jablaničkom okrugu. Urbanizovane zone, oblasti eksploatacije mineralnih sirovina, zaštićena prirodna područja, šumska i močvarna područja, koja obuhvataju 6,54% okruga, označena su kao eliminatorna područja na kojima nije moguća izgradnja solarnih elektrana zbog prirodnih, infrastrukturnih ili zakonskih ograničenja.

Prednosti korišćenja solarne energije ogledaju se u njenoj neograničenoj količini i minimalnom uticaju na životnu sredinu. Rezultati ovog i sličnih istraživanja mogu doprineti efikasnom prostornom planiranju i unapređenju energetske strategije jer pružaju osnovu za donošenje odluka o korišćenju obnovljivih izvora energije i ostvarivanja ciljeva održivog razvoja na lokalnom, regionalnom i nacionalnom nivou.

LITERATURA

Colak, H. E., Memisoglu, T. & Gercek, Y. (2020). Optimal site selection for solar photovoltaic (PV) power plants using GIS and AHP: A case study of Malatya Province, Turkey. *Renewable energy*, 149, 565-576.

CORINE Land Cover (2018). Dostupno na: <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover> (Pristupljeno 11. februara 2025. god).

Doljak, D. & Stanojević, G. (2017). Evaluation of natural conditions for site selection of ground-mounted photovoltaic power plants in Serbia, *Energy*, 127, 291-300.

Дољак, Д. (2020). Вредновање геопростора за потребе планирања фотонапонских електрана у Србији. Докторска дисертација, Географски факултет, Универзитет у Београду, Београд.

Gunen, M. A. (2021). Determination of the suitable sites for constructing solar photovoltaic (PV) power plants in Kayseri, Turkey using GIS-based ranking and AHP methods. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(40), 57232-57247.

Hofierka, J. & Suri, M. (2002). The solar radiation model for Open source GIS: implementation and applications. In: B. Benciolini, M. Ciolli & P. Zatelli (eds.) *Proceedings of the Open Source Free Software GIS – GRASS users conference 2002* (pp. 51-70). Trento: Department of Civil and Environmental Engineering of University of Trento.

Milić, M. (2024). Primena GIS-a i AHP metode radi odabira potencijalnih lokacija za izgradnju solarnih elektrana na teritoriji Niša. U: V. Knežević (ur.) *Zbornik radova - Prirodne nauke* (str. 115-132). Banja Luka: Univerzitet u Banja Luci, Studentski parlament Univerziteta u Banja Luci.

Павловић, М. (2019а). *Географске регије Србије 2, Планинско-котлинско долињска макрорегија*. Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.

Павловић, М. (2019б). *Географија Србије 1*. Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.

Primena GIS-a i metode višekriterijumske analize za identifikaciju potencijalnih lokacija za izgradnju solarnih elektrana na teritoriji Jablaničkog okruga

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.

Solangi, Y. A., Shah, S. A. A., Zameer, H., Ikram, M. & Saracoglu, B. O. (2019). Assessing the solar PV power project site selection in Pakistan: based on AHP-fuzzy VIKOR approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 30286-30302.

Тешић, Д. (2023). Примена ГИС-а у процени потенцијала соларне енергије у општини Куршумлија. *Гласник Herald*, 26, 91–107.

Yuce, M., Isik, A. H. & Yalcin, C. (2022). Determination of solar power plant installation areas by AHP and FAHP methods (Burdur case). *Turkish Journal of Electromechanics and Energy*, 7(2), 83-9.

PRIMENA GIS-A I AHP METODE PRI IZBORU POTENCIJALNIH LOKACIJA ZA IZGRADNJU SOLARNIH ELEKTRANA NA TERITORIJI OPŠTINE DOLJEVAC

Anastasija Blagojević¹, Tijana Milutinović²

Apstrakt: Solarna energija, zajedno sa geotermalnom energijom, koje čine dva ključna prirodna izvora energije na Zemlji, predstavlja održiv i čist izvor snabdevanja električnom energijom. U poslednjih nekoliko godina, solarna energija se, kako u svetu, tako i u Republici Srbiji, pokazala kao jedna od najpoželjnijih alternativa za snabdevanje električnom energijom. Ovaj trend posledica je uspostavljanja odgovarajućeg zakonskog okvira, ekološke prihvatljivosti i obnovljivosti solarne energije. Dodatno, solarna energija omogućava povećanje energetske nezavisnosti, što predstavlja ključni element u tranziciji ka održivim energetske sistemima.

U ovom radu istražuje se primena GIS-a (Geografski Informacioni Sistemi) i AHP (Analitički Hijerarhijski proces) metode u izboru optimalnih lokacija za izgradnju solarnih elektrana u opštini Doljevac. Izabrano je šest ključnih kriterijuma za odabir lokacija: globalno zračenje pod optimalnim nagibom, nagib terena, namena zemljišta, ekspozicija terena, udaljenost od saobraćajnica i udaljenost od naselja. Kriterijumi su integrisani u QGIS softver, koji je omogućio prostorno-analitičku obradu i vizualizaciju podataka, a dobijeni rezultati, klasifikovani su u pet klasa pogodnosti.

Ključne reči: QGIS, AHP metoda, solarne elektrane, Doljevac.

SITE SELECTION FOR SOLAR POWER PLANTS USING GIS AND AHP METHOD IN MUNICIPALITY OF DOLJEVAC

Abstract: Solar energy, along with geothermal energy, stands out as one of the most important natural sources of energy on Earth and represents a sustainable and clean option for electricity supply. In recent years, solar energy has emerged as one of the most attractive alternatives for electricity supply, both globally and within the Republic of Serbia. This growing trend is largely driven by the establishment of supportive legal frameworks, the environmental benefits of solar power, and its renewable nature. Furthermore, solar energy contributes to enhancing energy independence, which is a crucial aspect of the transition toward sustainable energy systems.

This paper explores the application of GIS (Geographical Information Systems) and AHP (Analytic Hierarchy Process) method in identifying optimal locations for the construction of solar power plants within the municipality of Doljevac. Six key criteria were chosen for site

¹ Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet (student MAS), Studentski trg 3/III; nastasia.blagojevic@gmail.com, ORCID: 0009-0000-9605-297X

² Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet (student MAS), Studentski trg 3/III; tijanaem.milutinovic@gmail.com, ORCID: 0009-0002-0151-0793

METODOLOGIJA

Lociranje solarnih elektrana zavisi od brojnih faktora. Zbog nedostatka jasne metodologije i potrebe da se smanji subjektivnost prilikom procene lokacija, često se primenjuju metode višekriterijumske analize (Multi-Criteria Decision Analysis - MCDA). Jedna od najčešće korišćenih je AHP metoda (Analitički hijerarhijski proces), koju je razvio Thomas L. Saaty 1980. godine. Osnovni zadatak AHP metode je rešavanje složenih problema pomirenjem konfliktnih ciljeva među različitim kriterijumima, a da se pri tome zadrži konzistentnost pri evaluaciji vrednosti kvalitativnih elemenata u hijerarhiji. AHP ublažava ovaj problem merenjem stepena nekonzistentnosti. Indeks (stepen) konzistentnosti (eng. Consistency index - ci) mora biti manji od 0.1 (10%) da bi se rezultati smatrali konzistentnim (Saaty, 1980.). Ova metodologija pokazala je izuzetan potencijal u solarnoj energetici, te Georgiou & Skarlatos (2016), koriste AHP kako bi odredili pogodnost prostora za izgradnju fotonaponskih elektrana.

ANALIZA

U radu je uz pomoć AHP metode i GIS-a analizirano šest kriterijuma i jedan eliminatorni faktor. Globalno zračenje pod optimalnim nagibom (GTI - eng. Global irradiance at optimal tilt), odnosi se na ukupnu količinu Sunčevog kratkotalasnog zračenja koje prima površina koja se nalazi pod optimalnim uglom u odnosu na Sunčeve zrake (Calabrò, 2013). Optimalni ugao nagiba varira u zavisnosti od geografske širine lokacije i godišnjeg doba, a u praksi se najčešće bira ugao jednak geografskoj širini.

Klasifikacija nagiba terena (S - eng. Slope), izvršena je na osnovu uglova izraženih u stepenima, pri čemu niži nagibi ukazuju na veću pogodnost terena. Prema Petroviću i Manojloviću (2003), tereni sa nagibom do 5° smatraju se blago nagnutim, dok tereni preko 30° spadaju u kategoriju jako nagnutih. Teren bez nagiba ili sa uglom manjim od 3°, vrednovan je najvišom ocenom, najviše zbog nižih troškova izgradnje i održavanja, dok je teren sa nagibom preko 20° vrednovan najnižom ocenom.

Namena zemljišta (Vt - eng. Vegetation type), određena je u odnosu na zastupljenost kodova CLC baze unutar granice opštine. Vrednovanje kodova izvršeno je u skladu sa ekološkim aspektom, te su sve urbane i vodene površine, kao i šume, uzete kao eliminatorne.

Kada je reč o ekspoziciji (A - eng. Aspect), na severnoj hemisferi, najveću količinu toplote primaju južne ekspozicije, pa se na njima javlja najjače zagrevanje topografske površine (Dragičević & Filipović, 2016). Zbog toga su te strane ocenjene najvišom ocenom. Suprotno tome, severne ekspozicije primaju najmanju količinu toplote, te su rangirane najnižom vrednošću. Što se zapadnih i istočnih ekspozicija tiče, zapadne su nešto toplije od istočnih.

Udaljenost od puteva (Dr - eng. Distance from Roads), bez obzira na kategoriju kojoj pripadaju, predstavlja značajan kriterijum za transport opreme potrebne za instalaciju i održavanje solarnih panela. Međutim, postoje i negativni faktori blizine saobraćajnica, kao što su taloženje prašine koja može smanjiti efikasnost solarnih panela, buka i vibracije koje mogu uticati na stabilnost panela, kao i rizik od saobraćajnih nesreća koje mogu fizički oštetiti instalacije.

Šesti kriterijum je udaljenost od naselja (Ds - eng. Distance from settlements). Najčešće se izbegava instalacija solarnih elektrana u blizini naselja zbog povećanih finansijskih troškova, koji često zahtevaju dodatne zahvate, kao što su zvučne barijere ili estetske adaptacije radi boljeg uklapanja u okolinu. Takođe, one mogu povisiti lokalnu temperaturu, što može negativno uticati na kvalitet života stanovnika u blizini. U tom kontekstu, najpovoljnijom se smatra udaljenost veća od 800 metara, dok je udaljenost manja od 200 metara rangirana kao najnepovoljnija.

Primena GIS-a i AHP metode pri izboru potencijalnih lokacija za izgradnju solarnih elektrana na teritoriji opštine Doljevac

Podaci o nadmorskoj visini preuzeti su u rasterskom obliku iz geobaze podataka SRTM DEM 100³, na osnovu kojih su, korišćenjem alata *Slope* i *Aspect* u QGIS-u, dobijeni podaci za nagib i ekspoziciju terena u prostornoj rezoluciji od 100x100 metara. Podaci koji prikazuju način korišćenja zemljišta i osovine saobraćajnica preuzeti su u vektorskom obliku, a zatim konvertovani u rasterski format korišćenjem alata *Rasterize*. Izvor podataka za način korišćenja zemljišta je preuzet iz CORINE Land Cover baze podataka za 2018. godinu⁴, a za izvor saobraćajnica korišćena je platforma *OpenStreetMap*. Centri naselja dobijeni su korišćenjem *QuickOSM* Plugin-a, izdvajanjem naselja iz DEM-a. Podaci o globalnom zračenju pod optimalnim uglom preuzeti su u rasterskom obliku.⁵

Svakom kriterijumu dodeljena je važnost u odnosu na međusobni značaj sistemom osnovne skale vrednovanja (Tabela 1.). Nakon toga, vrednosti su međusobno ukrštene i kvadrirane, a zatim su rezultati sabrani po redovima. Ukupan zbir tih vrednosti iznosi 277,30. Težinski koeficijenti (Tabela 2.), izračunati su tako što je svaki rezultat unutar reda podeljen ukupnim zbirom vrednosti svih kolona.

Pre množenja odgovarajućeg koeficijenta sa odgovarajućim rasterom, su svi vektorski fajlovi konvertovani u rasterski format i reklasifikovani u 5 klasa, a isto je urađeno i sa rasterskim podacima. Pretposlednji korak podrazumeva množenje prethodno dobijenih težinskih koeficijenata sa odgovarajućim rasterom, u raster kalkulatoru, a potom i njihovo sabiranje:

$$\text{AHP} = 0.30 \cdot \text{GTI} + 0.23 \cdot \text{S} + 0.17 \cdot \text{Vt} + 0.13 \cdot \text{A} + 0.9 \cdot \text{Dr} + 0.7 \cdot \text{Ds}$$

Za finalni raster koji ima vrednosti od 3,86 do 11,98, vrši se reklasifikacija u 4 klase, približno jednakih delova, i množi se sa eliminatornim kriterijumom.

Tabela 1. Matrica međusobnog poređenja faktora

Kriterijum	GTI	S	Vt	A	Dr	Ds
GTI	1	1.5	2	2.5	3	3
S	0.67	1	1.5	2	2.5	3
Vt	0.5	0.67	1	1.5	2	2.5
A	0.4	0.5	0.67	1	1.5	2
Dr	0.3333	0.4	0.5	0.67	1	1.5
Ds	0.3333	0.3333	0.4	0.5	0.67	1

Tabela 2. Dobijeni težinski koeficijenti

Kriterijum	Zbir kvadriranih redova	Ukupan zbir	Težinski koeficijent
GTI	83.44	277.30	0.30
S	64.49		0.23
Vt	47.82		0.17
A	35.16		0.13
Dr	26.01		0.9
Ds	20.38		0.7

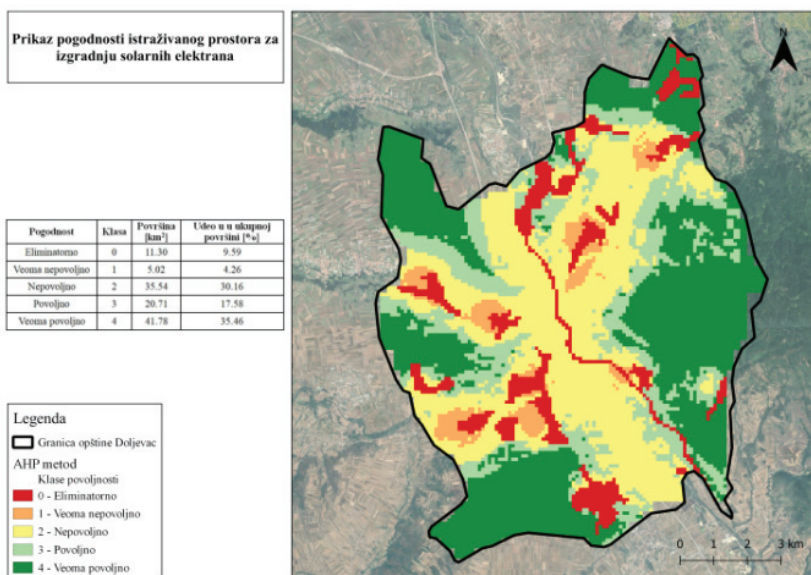
³ <https://portal.opentopography.org/datasetMetadata?otCollectionID=OT.042013.4326.1>

⁴ <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc2018?tab=download>

⁵ <https://solargis.com/resources/free-maps-and-gis-data?locality=serbia>

REZULTATI ANALIZE

Prema rezultatima izvršene analize, upotrebom AHP metode, dobijaju se klase pogodnosti za izgradnju solarnih elektrana u opštini Doljevac, prikazane na Karti 2. Klasa „Eliminatorno“, koja podrazumeva eliminatorne CLC klase, zauzima 11,30 km² tj. 9,59% teritorije. Klasa „Veoma nepovoljno“ zauzima površinu od 5,02 km² ili 4,26%, dok se u klasi „Nepovoljno“ nalazi 35,54 km², odnosno 30,16% opštine, što ukazuje na značajan deo teritorije sa ograničenim, ali ne i u potpunosti isključenim potencijalom za razvoj solarne energije. Klasa „Povoljno“ obuhvata 20,71 km² (17,58%), a najveći deo teritorije pripada klasi „Veoma povoljno“ (41,78 km², što predstavlja 35,46% ukupne površine). Ovo ukazuje na dominantan potencijal istraživanog područja za realizaciju izgradnje solarnih elektrana.



Karta 2. Prikaz pogodnosti istraživanog prostora za izgradnju solarnih elektrana

ZAKLJUČAK

Posmatrajući grafički prikaz sa Karte 2., može se zaključiti da je teritorija opštine Doljevac povoljna za postavljanje solarnih elektrana. Kombinovanjem rezultata klase „Povoljno“ i „Veoma povoljno“, primećuje se da više od polovine teritorije zadovoljava uslove za ovu vrstu energetskog razvoja. Najpogodnije lokacije nalaze se uz sam obod opštine, sa najvećom količinom sunčeve energije po kvadratnom metru, daleko od naselja i saobraćajnica, južne ekspozicije, na terenima na kojima je nagib manji od 3° i van šumskih, vodenih i urbanih područja. Crveni delovi na karti predstavljaju eliminatorne površine, te one nisu pogodne za izgradnju pomenutih elektrana.

Što se sunčeve energije tiče, glavna prednost je njena dostupnost tokom cele godine, međutim, treba uzeti u obzir sezonske varijacije, te za vreme zimskih perioda, glavni nedostatak može biti smanjena efikasnost sistema, zbog niskih temperatura i potencijalnih zamrzavanja konstrukcija panela. Zato je potrebno dodatno ispitati nova tehnička dostignuća u oblasti održavanja i zaštite panela, za vreme nepovoljnih vremenskih uslova, kako bi se ovaj rizik smanjio.

Primena GIS-a i AHP metode pri izboru potencijalnih lokacija za izgradnju solarnih elektrana na teritoriji opštine Doljevac

Važno je naglasiti da se u ovakvim analizama izbor kriterijuma može razlikovati, te će se i krajnji rezultati razlikovati. Takođe, pouzdanost ovakvih analiza u velikoj meri zavisi od dostupnosti ulaznih podataka – koji su često nepotpuni ili potpuno nedostupni – te je stoga neophodno rezultate posmatrati sa odgovarajućom dozom rezerve.

Preporuka za dalju studiju uključuje detaljniju analizu socio-ekonomskih, ekoloških, klimatskih i pravnih aspekata, kako bi se obezbedio održivi razvoj i maksimalna efikasnost iskorišćenja dostupnih resursa. Pored toga, preporučuje se da se nakon formiranja matrice poređenja, izračuna koeficijent konzistentnosti (CR), čija vrednost ne bi trebalo da prelazi 0.1. Time se obezbeđuje pouzdanost dodeljenih vrednosti. Ukoliko vrednosti premaše dozvoljeni prag, preporučuje se njihova revizija.

Glavni doprinos izvršene analize, upotrebom GIS tehnologije i AHP metode, izražava se kroz činjenicu da se ovakva metoda može primeniti za potrebe analize neke druge teritorije, kako na lokalnom, tako i na regionalnom ili nacionalnom nivou.

LITERATURA

Calabrò, E. (2013). *An algorithm to determine the optimum tilt angle of a solar panel from global horizontal solar radiation*. Renewable Energy. <https://doi.org/10.1155/2013/307547>

Doljevac, Opština. (2019). *Izmene i dopune prostornog plana opštine Doljevac*. Niš: Javno preduzeće za urbanizam. Dostupno na: https://www.opstinadoljevac.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=100&Itemid=670 (Pristupljeno: 18. februara 2025.)

Dragićević, S., & Filipović, D. (2016). *Prirodni uslovi i nepogode u planiranju i zaštiti prostora* (2. izd.). Beograd: Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet.

European Environment Agency. (2022). *CORINE Land Cover (CLC) 2018*. Dostupno na: <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc2018?tab=download> (Pristupljeno: 10. marta 2025.)

Geofabrik. (2025). *OpenStreetMap data*. Dostupno na: <https://download.geofabrik.de/> (Pristupljeno: 20. februara 2025.)

Georgiou, A., & Skarlatos, D. (2016). *Optimal site selection for sitting a solar park using multicriteria decision analysis and geographical information systems*. Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems, 5(2), 321–332. <https://doi.org/10.5194/gi-5-321-2016>

NASA. (2013). *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global*. Dostupno na: <https://portal.opentopography.org/datasetMetadata?otCollectionID=OT.042013.4326.1> (Pristupljeno: 4. marta 2025.)

Petrović, D., & Manojlović, P. (2003). *Geomorfologija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet.

Putevi Srbije. (2005–2022). *Mreža državnih puteva I i II reda*. Dostupno na: https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/referentni-sistem/Karta_drzavnih_puteva.pdf (Pristupljeno: 7. marta 2025.)

Republički zavod za statistiku. (2022). *Uporedni pregled broja stanovnika 1948-2022. godine*. Beograd: Republički zavod za statistiku.

Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.

Vlada Republike Srbije. (2012). *Uredba o utvrđivanju Regionalnog prostornog plana za područje Nišavskog, Topličkog i Pirotskog upravnog okruga*. Službeni glasnik RS, 88/21. Dostupno na: <https://otvorenanvlada.rs/uredba-nisavski-toplicki-pirotski-okrug041-lat-doc/>

ZNAČAJ GEO - EDUKATIVNIH STAZA U OKVIRU NACIONALNOG PARKA TARA ZA OBRAZOVANJE UČENIKA OSNOVNIH I SREDNJIH ŠKOLA

Nevena Marković¹

Apstrakt: Zaštita prostora u domenu životne sredine decenijama je pitanje koje se tiče institucija, ali i inicijativa lokalnog stanovništva. Više od četiri decenije, planina Tara nalazi se na listi nacionalnih parkova republike Srbije, na osnovu očuvanosti šumskog kompleksa, prirodne populacije Pančićeve omorike i velike raznovrsnosti biljnog i životinjskog sveta. Poslednjih nekoliko godina, prepoznat je značaj ovog područja u delokrugu obrazovanja učenika kroz kognitivne procese ili konkretna terenska istraživanja. Još je Josif Pančić, u 19. veku, pokrenuo prve planinarske akcije sa učenicima Velike škole po tadašnjoj kraljevini Srbiji i skrenuo pažnju na značaj usvajanja novih znanja putem samostalnog ispitivanja. Rezultati su bili i više nego zadovoljavajući - otkrića reklikta i endemita u vidu skakavca i omorike, nazvani upravo po prvom predsedniku Kraljevske akademije nauka, ali i ukazivanje na uticaj terenskog proučavanja na obrazovanje učenika.

Danas postoji zvanično pet edukativnih staza u okviru nacionalnog parka Tara, koje (putem popularizacije omladinskog turizma) imaju za cilj usavršavanje znanja učenika osnovnih i srednjih škola uz pomoć stručnih lica.

U samom radu će se analizirati prirodni i društveni uslovi ključalni za razvoj Tare u kontekstu obrazovanja dece, biće prikazani ključni pojmovi iz određenih predmeta koji se mogu lako/lakše savladati putem ličnog kontakta, kao i navedeni konkretni primeri geo-edukativnih staza, koje su već u upotrebi sa jasnim ciljevima. Takođe, rezultat ovog istraživanja je odgovor na postavljenu hipotezu - da li geo-edukativna staza može doprineti proširivanju znanja učenika i u kojoj meri.

Ključne reči: Geo - edukativne staze, značaj, Tara, obrazovanje

THE IMPORTANCE OF GEO - EDUCATIONAL TRAILS IN THE NATIONAL PARK TARA FOR THE EDUCATION OF PRIMARY AND SECONDARY SCHOOLS' PUPILS

Abstract: The protection of space in the environmental domain has been an issue that concerns institutions, but also the initiatives of the local population for decades. For more than four decades, Mountain Tara has been on the list of serbian national parks, based on the preservation of the forest complex, the natural population of Pančić's spruce and the great diversity of flora and fauna. In the last few years, the importance of this area in the scope of student education has been recognized through cognitive processes or specific field research. Back in the 19th century, Josif Pančić initiated the first mountaineering activities

¹ Student DAS, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, Beograd, nevena_markovic@gmail.com, ORCID: 0009-0003-6549-016X

with the students of the Great School in the then Kingdom of Serbia and drew attention to the importance of acquiring new knowledge through self-examination. The results were more than satisfactory - the discovery of relicts and endemics in the form of grasshoppers and spruces, named after the first president of the Royal Academy of Sciences, but also indicating the impact of field studies on student education.

Today, there are officially five educational trails within Tara National Park, which (through the popularization of youth tourism) aim to improve the knowledge of primary and secondary school students with the help of experts.

In the paper itself, the natural and social conditions crucial for the development of Tara in the context of children's education will be analyzed, key concepts from certain subjects that can be easily/easier to master through personal contact will be presented, as well as specific examples of a geo-educational trails, which are already in use with clear goals, will be given. Also, the result of this research is the answer to the set hypothesis - whether the geo-educational path can contribute to the expansion of students' knowledge and to what extent.

Key words: Geo - educational trails, importance, Tara, education

UVOD

Planina Tara je dugo predstavljala sferu interesovanja naučnika. U drugoj polovini 19. veka, Josif Pančić je otkrivao biodiverzitet, usmeravajući se ka retkim i lekovitim biljkama. Uskoro se talas terenskih istraživanja proširio i na druge slojeve društva, pa je vek kasnije ova planina proglašena nacionalnim parkom. Zahvaljujući očuvanosti šumskog kompleksa, bogatoj listi relikta i endemita vegetacije, specifičnim geomorfološkim karakteristikama, pogodnoj klimi, neobičnim hidrološkim objektima i zaštiti određenih populacija, stvorena je baza prirodnih uslova za razvoj različitih vidova turizma. Takođe, ustanovljene su geo - edukativne staze na Tari, jer se popularizovao princip višednevnog boravka dece mlađeg uzrasta, u vidu tzv. "nastave u prirodi" ili dvodnevni boravak za učenike starijih razreda. U toku tog perioda, učenici obilaze različite delove planine u pratnji stručnih lica, upoznajući se sa okolinom i osnovnim geografskim pojmovima. Po povratku u mesto boravka se piše sastav u formi izveštaja šta se videlo, naučilo, iskusilo. Znatne su prednosti učenja na licu mesta, te je poželjno uvrstiti aktivnosti ovog tipa češće u godišnji plan nastave.

GEOGRAFSKI POLOŽAJ NACIONALNOG PARKA TARA

Nacionalni park Tara obuhvata najveći deo planinskog prostora Tare, na samoj granici sa Bosnom i Hercegovinom. Sa severne i zapadne strane je oivičena laktastom dolinom Drine, na jugo-zapadu Ržavom a na jugu kremanskom udolinom, koja čini prirodnu granicu od zlatiborske površi (Brankov, 2015). Ova celina je dužine oko 45 km, širine 18 km, ukupne površine oko 180 km² i prosečne nadmorske visine 1200 m. Svrstava se u red starovlaških planina, sa najvišim vrhom Kozji rid na 1591 m (Nikolić, 2006). Prema severo-zapadu, park je oivičen do 1000 m dubokim kanjonom reke Drine, dok se sa južne strane ova planina blago spušta u Kremansku dolinu. Od Beograda Tara je udaljena 240 km, od Novog Sada oko 310 km, od Užica oko 50 km (Master plan, 2007).

PRIRODNI USLOVI ZA RAZVOJ TURIZMA NA TARI

Geološke karakteristike - Čitav nacionalni park karakteriše mozaik geomorfoloških oblika - pećine, uvale, vrtače, zvekare, tesnaci, kanjoni, klisure, kanjonske doline, oštri vrhovi i blagi prevoji. Prvi dokumentovani podaci o geologiji datiraju još sa kraja 19. veka od J. Žujovića, a deceniju i po kasnije, M. Živković posebnu pažnju poklanja sedimentima okoline Užica. Tokom 20.veka, mnogi istraživači su radili na popisu objekata geonasleđa putem izrade vodiča staza geoloških zanimljivosti, dajući na taj način doprinos u zaštiti geodiverziteta planine Tare (Štrbački, Sretenović, Marjanović, 2002).

Klimatološke karakteriste - Klima Tare se označava kao planinska sa većim stepenom vlažnosti u poređenju sa ostalim delovima Srbije. Tu se nalazi front sukobljavanja tople vazdušne struje sa juga i hladne sa severa, pa su česta kolebanja temperatura i nestabilno vreme. Proleće je period godine sa najviše kiša (prosečna godišnja količina padavina iznosi 977,3 mm), dok su najsuvlji meseci jul i avgust. Snežni pokrivač traje u sezoni od oktobra do aprila. Tara je poznato klimatsko oporavišće ljudi i dece sa bolestima respiratornih organa. Smanjen sadržaj kiseonika u jedinici zapremine dovodi ljudski organizam u stanje primoranosti udisanja veće količine vazduha, čime se ubrzava cirkulacija sa metaboličkom aktivnošću (<https://tara-apartmani.com/karakteristike.htm>).

Hidrološke karakteristike - Sama krečnjačka struktura planine Tare je uslovila siromašnost površinskim tokovima. Međutim, ispod planinskih vrhova Tare i Zvijezde je locirano više desetina bistrh, brzih i hladnih vrela, izvora, potoka i reka. Ustanovljeno je da su faktori koji utiču na učestalost pojavljivanja izvora i režim njihove izdašnosti su temperaturne prilike i godišnje količine padavina (Plavša, Savić, Nenadović & Jaćimović, 2005). Od većih reka, ističe se Drina, kojoj gravitira preko 90% tokova posmatranog područja, a po kvalitetu spada u II klasu boniteta. Od ostalih, važno je spomenuti Raču, Derventu, Beli Rzav i Brusnički potok. Od jezera izdvaja se Zaovinsko, veštačkog porekla, dužine oko 4 km i najveće dubine oko 110 m. Na ovom području je zabeleženo oko 50% ukupne registrovane flore Tare, što predstavlja oko 600 vrsta biljaka. Na mestu današnjeg jezera Josif Pančić je otkrio čuvenu omoriku (<https://taratravel.rs/tara/jezero-zaovine/>). Jezero Perućac je duboko 60 m, a dugo je 54 km. Predstavlja stanište nekoliko vrsta riba (som, šaran, mladica, klen, mrena...).

Biogeografske karakteristike - Tara je znana u naučnim krugovima kao sklonište mnogih relikta i endemita. Do sada je registrovano ukupno 1100 biljnih vrsta, odnosno trećina ukupne populacije flore Srbije. S' obzirom na to da šumski ekosistemi pokrivaju više od 75% površine nacionalnog parka, najveće bogatstvo Tare čine upravo šumske biljne zajednice. Ima ih 34, a preovlađavaju šume smrče, jele i bukve. Postoji još 25 registrovanih endemičnih biljnih vrsta, poput drvenastog različka, cvakije, golocvetne mlečike, monaškog pupavca i Pančićeve bedrenice (Plan JP NP Tara, 2017). Na teritoriji nacionalnog parka je dobro očuvan i zaštićen životinjski svet. Zabeleženo je 53 vrste sisara, što čini preko polovine ukupno naseljenih vrsta sisara u Srbiji. Tara je boravište mrkog medveda, što je ujedno i simbol ove zaštićene teritorije, ali su nastanjeni i ris, vuk, divlja svinja, srna. Takođe, do sada je istraženo preko 140 vrsta ptica, pa se ovaj nacionalni park nalazi na listi međunarodno značajnih područja za očuvanje ptica Evrope (<https://datazone.birdlife.org/country/factsheet/serbia>). U vodotocima i jezerima ima 19 vrsta riba, dok se pretpostavlja da se po Tari kreće preko 4000 vrsta insekata, poput odonata, skakavaca, mućica, buba, mrava i pčela, a u toku je i zaštita šumskog kompleksa od štetnih insekata potkornjaka uz pomoć GPS uređaja i feromonskih klopki (<https://tara.rs/sr/proveravanje-feromonskih-klopki-za-stetne-insekte/>).

U kontekstu retkih i ugroženih vrsta, treba istaći da se pod zaštitom države na teritoriji parka nalazi 210 vrsta biljaka, od kojih su 47 strogo zaštićene. Počasno mesto pripada tzv. "carici endemita", Pančičevoj omorici. U pitanju je vrsta stara desetine miliona godina, a danas naseljava samo područje oko srednjeg toka reke Drine. U doba toplog tercijera, areal nastanjanja je bio neuporedivo širi. Nastupanjem ledenog doba, utočište je nađeno jedino u srednjem toku Drine i istočnoj Bosni. Tokom 20. veka, preneti su i gajeni širom Evrope, a takođe je cenjena i kao otporna dekorativna vrsta, te nosi epitet "najlepši četinar Evrope" (<https://jevremovac.bio.bg.ac.rs/edutable/panciceva-omorika/>).

DRUŠTVENI USLOVI ZA RAZVOJ TURIZMA NA TARI

Najveći uticaj imaju naselja, delatnosti lokalnog stanovništva i uključivanje u razvojne procese od strane države, postojeće kulturne turističke vrednosti i smeštajni kapaciteti. Nacionalni park prostire se na teritoriji opštine Bajina Bašta, ukupne površine 24.991,8 ha, dok opština Bajina Bašta broji 23.533 stanovnika prema poslednjem popisu iz 2022. godine (<https://popis2022.stat.gov.rs/sr-latn/popisni-podaci-eksel-tabele/>). Seoska naselja su mahom razbijenog tipa u zaseocima, gde je teško sprovesti put. Postoje domaćinstva, koja su tokom zimske sezone potpuno izolovana, pa je potreban plan izgradnje putne i komunalne infrastrukture. Stanovništvo se bavi poljoprivrednim delatnostima - stočarstvom i zemljoradnjom, no treba istaći da je starosna struktura ruralnih područja izuzetno nepovoljna. O istorijskom razvoju područja najbolje svedoče dva spomenika, koja podležu specijalnom režimu zaštite - manastir Rača i lokalitet Mramorje. Manastir je zadužbina kralja Dragutima iz 13. veka, i posvećen je Vaznesenju Gospodnjem. Tokom Drugog svetskog rata ovde je skrivano Miroslavljeno jevanđelje, a dodatnu vrednost manastir ima jer je tu osnovana Račanska prepisivačka škola (https://taradrina.com/turisticka-ponuda/manastir-raca/?sr_pismo=lat). Lokalitet Mramorje predstavlja kompleks groblja iz perioda 14 - 15. veka, sa obznanim osamdeset i osam nadgrobnih ploča, klesanih iz jednog komada krečnjaka. Od 2010. godine nalazi na preliminarnoj listi Svetske materijalne kulturne baštine (<https://drina-reka.com/mramorje-u-peruccu/>). Smeštajni kapaciteti u okviru nacionalnog parka Tara su različite kategorije, te postoje hoteli, dečija odmarališta, konačišta, planinski dom, edukativni centar sa apartmanima, lovački dom, nacionalne kuće i privatne kuće u formi vikendica. Najvažniji je kompleks Vojne ustanove sa kapacitetima hotela "Omorika", depandansom "Javor" i "Beli bor" na bazi punog pansiona, pogodnog za veće grupe, posebno školske ekskurzije (<http://www.hotelitara.mod.gov.rs/sr/hoteli/>). Na razvoj turizma uticalo je i održavanje manifestacija "Avanturistička trka Tara", kao i "Drinska regata". Prvi sportski događaj se održava od 2010. godine. Kombinacija sportova i disciplina poput planinarskog biciklizma, kajakinga, orijentiringa, kanjoniga, trekinga iziskuju odličnu fizičku spremnost učesnika, ali su uvedene kategorije i za rekreativce (<https://taraultratrail.rs/>). Za razliku od navedenih adrenalinskih aktivnosti, Drinska regata je namenjena čuvanju uspomene na nekadašnje drinske splavare, ima tradiciju dugu preko tri decenije i održava se svakog trećeg vikenda u julu. Spust Drinom predstavlja najveći događaj na vodi u ovom delu Evrope (<https://regata.rs/drinska-regata/>).

**SWOT ANALIZA PRIRODNIH I DRUŠTVENIH FAKTORA
SA UTICAJEM NA RAZVOJ TURIZMA U OKVIRU
NACIONALNOG PARKA TARA**

Tabela 1. - Prednosti, nedostaci, šanse i pretnje razvoju turizma NP Tara

PREDNOSTI	NEDOSTACI
- Očuvana životna sredina;	- Nekomolirana gradnja vikend objekata;
- Blizina važnih saobraćajnica;	- Neodržavanje infrastrukture za udaljena sela;
- Strogi rezervati prirode u okviru nacionalnog parka	- Nekomolirana eksploatacija mineralnih sirovina;
- Uređeni vidikovci;	- Slaba zaštita vodnih resursa od otpadnih voda;
- Mali emisijoni potencijal zagađivača prirode;	- Neplanska seča šuma;
- Vodni saobraćaj lokalnog značaja za obe države;	- Nepostojanje zaštite zemljišta usled pojave bujica i erozije;
- Poljoprivreda kao osnovna delatnost domorodaca;	- Nepostojanje visokorangiranih hotelskih objekata i zastarelost postojećih;
- Etno - sela u funkciji razvoja turizma;	- Prekomerna upotreba agrohemijjskih sredstava i zagađivanje tla;
- Postojanje više vrsta turizma (manifestacioni, rekreativni, eko...).	- Nefunkcionisanje deponija i pojava divljih smetlišta.
ŠANSE	PRETNJE
- Razvoj ekološki održivih oblika turizma;	- Slaba efikasnost rada inspekcije;
- Proširenje kapaciteta za usavršavanje poljoprivrednih proizvoda;	- Nemogućnost usklađivanja poljo-proizvodnje sa eko-standardima;
- Mogućnost prekogranične saradnje putem formiranja zajedničkog rezervata "Drina";	- Nepostojanje stalno naseljenog mladog stanovništva;
- Revitalizacija poljo-gazdinstava;	- Deficit investiranja u smeštajne kapacitete;
- Stvaranje brenda lokalnih proizvoda i formiranje klastera područja "Tara".	- Nepostojanje adekvatne promocije na stranim tržištima i nezainteresovanost lokalnog stanovništva.

Izvor: Samostalno istraživanje autora

PREGLED GRADIVA PO CIKLUSIMA OSNOVNOG I SREDNJEŠKOLSKOG OBRAZOVANJA, MOGUĆEG ZA REKAPITULACIJU NA TERENU

Deca tokom svog obrazovanja u osnovnoj i srednjoj školi se susreću sa raznim pojmovima, pojavama, procesima, oblicima iz prirode. Iskustva su pokazala da se najbolje uči sagledavanjem, samostalnim istraživanjem, opipavanjem. Na taj način se razvijaju i kognitivne sposobnosti učenika, potrebne za dalji rad u edukaciji, a sve uz pomoć stručnog lica (Jovanović, Minić, 2019).

1. Mlađi razredi osnovne škole - doba najintenzivnijeg razvoja, pa zahteva najviše pažnje tokom planiranja i ostvarivanja vaspitno - obrazovnog rada. Različiti kapaciteti i interesovanja dece pružaju velike šanse učiteljima da ih pravilnim metodičkim strategijama podstaknu, usmere i usavrše.

Učenici prvog razreda su usmereni na učenje o prirodi kroz predmet "Svet oko nas". Kao reprezentativan primer je uzet udžbenik izdavačke kuće "Logos", gde su učeći poglavlja "Voda", "Zemljište", "Biljke i životinje u našoj okolini" došli do saznanja o svemu što ih okružuje (https://www.eucionica.rs/structure/demo/4679993051246066/next/~novilogos~__1__5?page=1). U drugom razredu se bolje upoznaju sa vrstama naselja, zanimanja ljudi u seoskoj sredini, osnovnim pojmovima o reljefu i vodi, saznaju više o kiseoniku i načinu hranjenja biljaka i životinja (<https://www.yumpu.com/xx/document/fullscreen/68575222/-2->). U trećem razredu, učenici dobijaju predmet "Priroda i društvo", u okviru kog rekapituliraju tipove reljefa, detaljnije uče o površinskim vodenim tokovima, pojmu kruženja vode u prirodi, načinu merenja temperature vode i vazduha, kopnenim i vodenim životnim zajednicama, orijentaciji u prostoru pomoću karte, načina kretanja tela, pojam Zemljine teže i kretanje zvuka u prirodi. U četvrtom razredu iz predmeta "Priroda i društvo" se učenicima klasifikuju poglavlja po međusobnim razlikama, ukazujući na predmete koje će učiti od 5. razreda (istorija, geografija, biologija). Takođe, više je pažnje posvećeno osobenostima države u kojoj žive, npr. o vodama, klimi i biljnom i životinjskom svetu Srbije, "Nacionalni parkovi Srbije", "Izvori energije", "Zemljište i rude".

2. Stariji razredi osnovne škole - akcenat će biti na predmetu Geografija, iz razloga same prirode profesije i kompletnog obrazovanja autora. U petom razredu, učenici se prvi put sreću sa pojmovima Unutrašnja građa i reljef Zemlje, Vulkani, Zemljotresi, Oblikovanje reljefa dejstvom vode i vetra, Klimatski činioci, Lednici.

U šestom razredu, iz geografije se najviše uči o stanovništvu, tipovima naselja, privredi. Tokom boravka na Tari, važno je koristiti kartu kao orijentir u prostoru uz ponavljanje pojmova Geografska širina i dužina, Elementi karte, Predstavljanje reljefa na karti (Vujadinović, Golić, Šabić, 2024).

Učenici sedmog razreda iz geografije uče o prirodnim i društvenim karakteristikama kontinenata i polarnih oblasti, stoga je moguće ponaviti gradivo iz prethodnih razreda ili napraviti strukturu pitanja i aktivnosti putem kojih se stanje na terenu povezuje sa gradivom iz srodnih predmeta, poput Biologije.

U završnom razredu osnovne škole, iz geografije se izuzetno detaljno uče pojedinosti o Srbiji. Ukoliko se maturska ekskurzija organizuje sa posetom nacionalnom parku Tara, može se organizovati vreme posvećeno zanimljivim slobodnim aktivnostima koje bi uključivalo i proveru znanja.

3. Razredi u srednjoj školi (kao parametar je uzeta Gimnazija, jer deca u srednjim stručnim školama imaju predmet Geografija samo jednu godinu) - u prvoj godini srednje škole, gradivo se oslanja na lekcije iz petog razreda - vrste Zemljinih omotača i pojedinosti. U drugoj godini, gradivo predstavlja obuhvat lekcija iz šestog i sedmog razreda, a u trećoj godini, izvršena je precizna regionalizacija Srbije.

Ovim se zaokružuje priča osnovne i srednješkolske edukacije u pogledu povezivanja stečenog znanja sa realizacijom aktivnosti na ekskurzijama u okviru nacionalnog parka Tara. Geo - edukativne staze u okviru nacionalnog parka Tara su prilagođene svim uzrastima, shodno dužinama, vremenu potrebnom za obilazak, stepenu obuhvata vrednosti i pružanju mogućnosti za organizaciju aktivnosti za učenike.

POSTOJEĆI KAPACITETI U VIDU USTANOVLJENIH GEO - EDUKATIVNIH STAZA SA LOKALITETIMA I REPREZENTATIVNI PRIMER REALIZOVANE EKSURZIJE

1. **Staza "Račana"** u dužini od 2 km svrstava se u lake staze. Počinje od manastira Rača i traje do ulaska u prirodni rezervat "Klisura Rače". Šeta se kroz bukovu šumu i moguće je posetiti termalno vrelo Lađevac, kraškog porekla, čija temperatura vode dostiže 17°C.
2. **Staza Jarevac**, dužine 1,3 km, takođe spada u lakše staze. Prati tok istoimenog potoka na Kaluđerskim barama kroz vlažne livade sa specifičnim ekosistemima. Ukoliko se posetioci odluče da nastave ka brani Jarevac posebnom stazom dugom 3 km, moraju koristiti prikladnu zaštitnu opremu.
3. **Šetno - edukativna staza Banjska stena**, dužine 6 km, spada u srednje teške staze. Počinje od rezervata "Crveni potok" i prolazi se kroz šumu sa par odmorišta, kao i informativnih tabli o biljnim vrstama, šumskim ekosistemima i mrkom medvedu. Ne preporučuje se individualna šetnja.
4. **Šetno - edukativna staza "Bilješka stena"**, dužine 6 km, sa kretanjem makadamskim putem kroz šumu jele, bukve i smrče, od Predovog Krsta do vidikovca Bilješka stena. Može se obavestiti o okolnom biodiverzitetu nacionalnog parka pomoću info-tabli. Takođe je preporučeno kretati se u grupi.
5. **Šetno - edukativna staza "Tepih livada"**, najkraća od svih navedenih (dužine 550 m) i najčešća prilikom planiranja dečijih aktivnosti u okviru boravka u nacionalnom parku. Prolazi kroz šumsko - tresavski rezervat "Crveni potok". Svaku dečiju grupu prati i stručno lice iz nacionalnog parka. Pre polaska na pešačenje, deca se u info-centru edukuju putem kratkog filma o vrednostima zaštićenog područja (<https://www.nptara.rs/za-posetioce/turizam-i-rekreacija/edukativne-staze.htm>).

* Raspored aktivnosti na primeru sedmodnevnog boravka đaka škole "Jovan Cvijić" iz Petlovače:

- Učenici su išli u šetnju sa učiteljima gde su videli planinske vajate, protivgradne stanice, a na livadi nedaleko od hotela su se podsetili gradiva vezano za orijentaciju u prostoru (stojište, vidik, vidikova linija, orijentacija pomoću mahovine, godova, Sunca, spomenika...);
- U dvorištu obližnje crkve su se orijentisali pomoću spomenika i videli primerak Pančičeve omorike;
- U šetnji duž 3 km do restorana Jeremičak su tražili primerke istoimenog endemita;

- Putovanje do hotelskih objekata "Omorika" i "Javor", tokom kog su učenici upoređivali osobine crnog i belog bora i ponovili koje su to pozitivne a koje negativne aktivnosti čoveka na prirodu;
- Poseta vidikovcu Crnjeskovo, uz adekvatno oblačenje zbog duge šetnje po šumskim obeleženim stazama. Sa vidikovca se vidi manastir Rača, a tokom manjih pauza je ponovljeno gradivo orijentisanja u prirodi (<https://osnovnaskolazminjak.edu.rs/nastava-u-prirodi-na-obroncima-tare/>).

ZAKLJUČAK

Učenje van učionice, posebno u kontekstu pojava, oblika, procesa je od izuzetne važnosti, naročito u domenu prirodnih nauka. Geografija, kao takva, iziskuje odlaske u prirodu, gde bi učenici uz monitoring i pravilno usmeravanje od strane stručnih lica dobili potvrdu postojećeg znanja i sticanje novog. Kroz obrazovanje koje obuhvata osnovnu i srednju školu, deca (putem ovakvih aktivnosti) se uče razvoju lakšeg pamćenja, određivanju fokusa rada, trajnijoj percepciji okoline i kvalitetnijoj i bržoj obradi informacija, kao i logičkom zaključivanju na licu mesta. U tu svrhu, putem zaštite izvesnih prirodnih područja, javlja se inicijativa za pratećim objektima informisanja domaćih i stranih posetilaca. U pogledu nacionalnih parkova Srbije, postoje geo - edukativne staze, kao vrsan primer uključivanja mladih u procese brige o zaštićenim područjima. Nacionalni park Tara ima reprezentativnih pet staza predstavljenog tipa, duž kojih se učenici osnovnih i srednjih škola mogu obavestiti o tome koje geomorfološke oblike i specifične vrste biljaka i životinja mogu uočiti, ali i o bazičnim pravilima ponašanja na takvoj teritoriji. U radu je detaljnije objašnjeno od prvog razreda osnovne do trećeg razreda srednje škole šta učenici uče iz predmeta Svet oko nas, Priroda i društvo i Geografija, te shodno prirodnim i društvenim karakteristikama nacionalnog parka Tara - šta se može sve naučiti i/ili ponoviti. Kroz Swot analizu, istaknute su najveće prednosti, koje se i danas koriste, najveći problemi koji koče dalji razvoj, ali i šanse za kontinuiranu modernizaciju samog turizma i pomoći lokalnom stanovništvu, koje se u velikoj meri bavi delatnostima primarnog sektora. Uz sve navedeno, treba istaći da je značaj geo - edukativnih staza, bez obzira na uzrast učenika krajnje celishodan, te ih je poželjno češće implementirati u godišnji plan aktivnosti van učionice.

LITERATURA

Brankov. J. (2015). Održivi turizam u nacionalnim parkovima Srbije. Doktorski rad. Beograd: Geografski fakultet.

Javni plan - Osnova gazdovanja šumama za gazdinsku jedinicu Zaovine. Javno preduzeće "Nacionalni park Tara", 2017.

Jovanović, M., Minić, V. (2019). Strategije interaktivnog pristupa nastavi u osnovnoj školi. Zbornik radova Naučnog skupa Inovativni pristup vaspitanju i obrazovanju: stanje, dileme i perspektive. Učiteljski fakultet. Leposavić

Master plan razvoja turizma sa poslovnim planom za planinu Taru i njeno okruženje, 2007. Ustanova "Sportsko turistički centar bajina Bašta", Horwath Consulting Zagreb.

Plavša, J., Savić, S., Nenadović, D. & Jaćimović, M. (2005). Izvori na planini Tari. Zbornik radova Departmana za geografiju, turizam i hotelijerstvo 33-34/2005. Novi Sad

Vujadinović, S., Golić, R., Šabić, D. (2024). *Geografija 6*. Beograd: Novi Logos

Štrbački, M., Sretenović, T., Marjanović, M. (2002). Zbornik radova: Petničke sveske 54. Istraživačka stanica Petnica, Valjevo.

IZVORI

<https://tara-apartmani.com/karakteristike.htm>
<https://taratravel.rs/tara/jezero-zaovine/>
<https://datazone.birdlife.org/country/factsheet/serbia>
<https://tara.rs/sr/proveravanje-feromonskih-klopki-za-stetne-insekte/>
<https://jevremovac.bio.bg.ac.rs/edutable/panciceva-omorika/>
<https://www.nptara.rs/za-posetioce/turizam-i-rekreacija/edukativne-staze.htm>
<https://osnovnaskolazminjak.edu.rs/nastava-u-prirodi-na-obroncima-tare/>
https://taradrina.com/turisticka-ponuda/manastir-raca/?sr_pismo=lat
<http://www.hotelitara.mod.gov.rs/sr/hoteli/>
<https://taraultratrail.rs/>
<https://popis2022.stat.gov.rs/sr-latn/popisni-podaci-eksel-tabele/>

BICIKLISTIČKE STAZE U BEOGRADU-PRILIKA ZA SMANJENJE AEROZAGAĐENJA I OPASNOST OD RESPIRATORNIH PROBLEMA ZA POJEDINCE

Krantić Emilija¹, Marjanović Nina², Drašković Jelena³

Apstrakt: Uprkos planovima iz Generalnog urbanističkog plana (GUP) Beograda za izgradnju 324,17 km biciklističkih staza, trenutna mreža staza iznosi oko 101 km i karakteriše je fragmentiranost, neujednačena raspodela i ograničena povezanost sa zelenim površinama i svakodnevnim sadržajima. Iako postoji intencija da se staze izgrade u svim opštinama, trenutno su funkcionalne samo u pet urbanističkih celina. Republički zavod za statistiku ne raspolaže ažurnim podacima o biciklističkom saobraćaju, dok preporuke o fizičkom odvajanju biciklističkih staza od saobraćajnica nisu dosledno primenjivane. Kvalitet vazduha, naročito u gusto urbanizovanim zonama, negativno utiče na bezbednost i zdravlje biciklista, posebno najosetljivijih grupa – dece, starijih i hroničnih bolesnika. Aerozagađenje, uz buku, predstavlja glavni ekološki izazov po zdravlje, a analiza za 2023. godinu pokazuje izvesna poboljšanja, iako Novi Beograd, Zemun i Bežanijska kosa i dalje beleže epizode povećane zagađenosti. Prednosti biciklizma su višestruke – ekološke, zdravstvene, ekonomske – ali su često zanemarene zbog izloženosti štetnim česticama i nedovoljne infrastrukture. Postavlja se pitanje da li je nužno prvo poboljšati kvalitet vazduha kako bi se podstakla upotreba bicikla, ili povećanjem broja biciklista doprineti smanjenju zagađenja. Održiv razvoj biciklističkog saobraćaja zahteva sinhronizovano delovanje urbanističkog planiranja, zaštite životne sredine i saobraćajne infrastrukture.

Ključne reči: biciklizam, zagađenje vazduha, respiratorna oboljenja.

URBAN CYCLING INFRASTRUCTURE IN BELGRADE – A STRATEGY TO MITIGATE AIR POLLUTION AND ALLEVIATE RESPIRATORY HEALTH RISKS

Abstract: Despite the plans outlined in Belgrade's General Urban Plan (GUP) to construct 324.17 km of bicycle lanes, the current network comprises approximately 101 km, characterized by fragmentation, uneven distribution, and limited connectivity to green areas and everyday destinations. Although the intention is to build lanes in all city municipalities, they are currently functional in only five urban units. The Statistical Office of the Republic of Serbia lacks updated data on cycling traffic, while recommendations for physically separating bike lanes from roads have not been consistently implemented. Air quality, particularly in densely urbanized zones, negatively affects the safety and health of cyclists, especially

¹ Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, Beograd, emilijakrantic3@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4337-579X

² Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, Beograd, ninamrjnv@gmail.com, ORCID: 0009-0002-7683-547X

³ Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, Beograd, jelenadraskovic24@gmail.com, ORCID: 0009-0007-4190-9754

among vulnerable groups such as children, the elderly, and individuals with chronic illnesses. Air pollution, alongside noise, is a major environmental health challenge, and data for 2023 show some improvements, although areas like New Belgrade, Zemun, and Bežanijska Kosa still experience episodes of high pollution. The benefits of cycling—ecological, health-related, and economic—are numerous, yet often overlooked due to exposure to harmful particles and insufficient infrastructure. This raises the question of whether air quality must first be improved to motivate greater use of bicycles, or whether an increased number of cyclists could contribute to reduced pollution. Sustainable development of cycling infrastructure requires coordinated efforts in urban planning, environmental protection, and transportation systems to ensure long-term viability and promote cycling as a safe, efficient, and environmentally friendly mode of transport.

Keywords: bicycling, air pollution, respiratory diseases

UVOD

Za kvalitet života pojedinca, kao i celokupne planetarne zajednice, značaj zdrave životne sredine više nego ikad stavljen je u fokus. Prema podacima IPCC-a atmosfera trpi i do nekoliko desetina puta veće emisije ugljen – dioksida u odnosu na predindustrijski period, dok se koncentracija CO₂ u atmosferi povećala za oko 50% (IPCC, 2021). Stoga, preduzimanje svakog koraka koji bi potencijalno doveo do smanjenje emisije gasova staklene bašte postala je nužnost. Biciklizam, u savremenim urbanim sredinama, sve više se prepoznaje kao ekološki najprihvatljivije rešenje kretanja ljudi. Ipak, razvoj biciklističke infrastrukture u Beogradu ne prati savremene potrebe stanovništva. Iako postoje planovi za izgradnju mreže biciklističkih staza, njihova realizacija je fragmentarna i nedovoljna. Takođe, kvalitet vazduha u gradskim zonama dodatno komplikuje svakodnevno korišćenje bicikala kao prevoznog sredstva. Ovaj rad proučava problematiku korišćenja biciklističkog saobraćaja, sagledava trenutne infrastrukturne probleme, poredi bicikl i motorna vozila sa ciljem optimizacije korišćenja biciklističkog saobraćaja i ukazivanjem na važnost integralnog pristupa urbanom planiranju, zaštiti životne sredine i očuvanju javnog zdravlja.

METODE I MATERIJALI

U izradi ovog rada najzastupljenije su bile sledeće metode: metod analize, komparacija, normativna metoda, empirijski metod, indukcija i kartografski metod. U tekstu je korišćena analitička metoda u tumačenju odnosa između planiranih i realizovanih aktivnosti, kao i u razmatranju posledica aerozagađenja po zdravlje korisnika biciklističkih staza. Kroz analizu se kritički razmatraju uzroci i posledice nepostojanja adekvatne infrastrukture i efekti zagađenosti na fizički aktivno stanovništvo. Komparativna metoda se upotrebljava pri poređenju bicikla sa motornim vozilima, pri čemu se analiziraju prednosti i nedostaci oba vida prevoza sa stanovišta ekologije, ekonomije i zdravlja. Kroz davanje preporuka o izgradnji i pozicioniranju biciklističkih staza, rad koristi normativni pristup, ističući poželjne modele uređenja saobraćajne infrastrukture u urbanim sredinama. Rad se poziva na konkretne podatke (kvantitativne informacije o kilometrima staza, uštedi goriva, emisiji CO₂), što ukazuje na oslonac u empirijskom pristupu.

Takođe je analiziran izveštaj iz Službenog glasnika i Godišnji izveštaj o stanju kvaliteta vazduha Agencije za zaštitu životne sredine, koji ima zvanični i statistički karakter. Na osnovu pojedinačnih slučajeva, izvode se opšti zaključci o benefitima biciklizma i posledicama aerozagađenja. Ovaj metod je prisutan kroz primere iz svakodnevnog života i zaključivanje na osnovu njih, kao i na osnovu ankete sprovedene na uzorku od deset

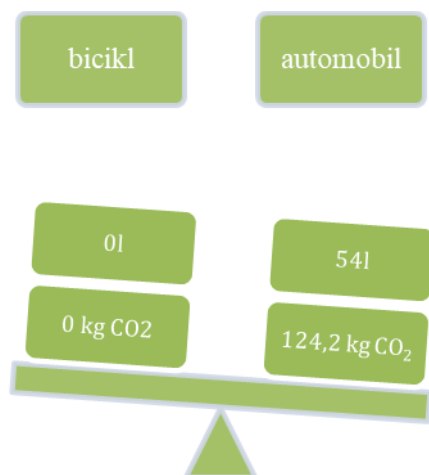
biciklista koji u toku radne nedelje koriste bicikl svakog dana. Karta je izrađena u programu QGIS, čime je prikazana lokacija automatskih mernih stanica kvaliteta vazduha i izgrađenih biciklističkih staza, čime se direktno dovodi u vezu kategorija vazduha prisutna na stazama tokom cele godine. Korišćene metode omogućile su višeslojno sagledavanje problema i doprinose razumevanju potrebe za unapređenjem biciklističke infrastrukture u Beogradu. Na osnovu toga se može zaključiti da rad poseduje osnovne karakteristike interdisciplinarnog pristupa, što je posebno važno kod tema koje se nalaze na preseku urbanizma, ekologije i javnog zdravlja.

DISKUSIJA

Prednosti biciklizma su brojne, a najtransparentnije su upravo smanjenje uticaja na zagađenje životne sredine i zdravstveni benefiti ukoliko se vožnja praktikuje u sredini gde je kvalitet vazduha pogodan za obavljanje fizičkih aktivnosti. Bicikl u poređenju sa motornim vozilom poseduje niz prednosti: ekonomska isplativost, ne postoje štetne emisije, uglavnom besplatno parkiranje, manji zahtevi za održavanjem infrastrukture. Kao negativne strane biciklističkog saobraćaja moguće je navesti sledeće: duže vreme putovanja, nedostatak zaštite od vremenskih nepogoda, nemogućnost prevoza više putnika i mogući problemi prouzrokovani zagađenim vazduhom. Fizički aktivne osobe udišu češće i unose više vazduha u pluća od osoba koje ne vežbaju. Ako je kvalitet vazduha prihvatljiv ili zagađen, osoba će uneti veću količinu štetnih čestica. Takođe, za vreme vežbanja, osoba uobičajeno diše na usta, a ne kroz nos. Za razliku od nosa, usta nemaju sposobnost da filtriraju neke čestice većeg prečnika i da ih zaustave na putu do pluća. Za vreme vožnje bicikla, čestice PM10 mogu prodreti dublje u pluća. Dugotrajno izlaganje istim može imati negativne efekte na zdravlje. Aerozagađenje može da izazove pogoršanje simptoma, teško disanje, kašalj i iritacije. Posebno je štetno za osobe sa respiratornim problemima, kao što su astma i hronična opstruktivna bolest pluća (HOBP), starijima i deci (WHO, 2010). Imajući u vidu da je bicikl često prvo prevozno sredstvo kojim dete starije od 12 godina upravlja na javnim putevima treba shvatiti ozbiljnost situacije budući da su najmlađi i najugroženiji kada je reč o zagađenosti vazduha.

Bicikl ne stvara buku, koja se posle zagađenog vazduha smatra najvećim uzročnikom različitih oboljenja, kada je reč o uticaju životne sredine na zdravlje. Svetska zdravstvena organizacija (2010) upozorava da buka utiče na poremećaj sna, razdražljivost, gubitak sluha, poremećaj pažnje kod dece i uzročnik je kardiovaskularnih bolesti. Pored pešačenja, vožnja biciklom predstavlja najzdraviji i ekološki najprihvatljiviji vid putovanja. Bicikl kao prevozno sredstvo pruža vozačima veliku slobodu u izboru željene, optimalne i najkraće putanje, mogućnost da putovanje obave po sistemu "od vrata do vrata", kao i prolazak kroz zone koje su zabranjene za sve ostale vidove saobraćaja. Zbog svojih gabarita zauzima manje prostora, pa njegova upotreba umanjuje potrebe za parking površinama. Zbog svojih karakteristika i fleksibilnosti bicikl je kao prevozno sredstvo veoma efikasan i u situacijama kada se na uličnoj mreži jave zastoji. Dakle, vožnja bicikla pokazuje odgovornost prema okolini, jer u odnosu na dominantnu automobilsku kulturu, bicikl ne zagađuje životnu sredinu, dok motorna vozila utiču na bicikliste.

Ukoliko osoba stanuje kod Gradskog parka u Zemunu i putuje svakog dana radne nedelje na posao do SIV-2 u oba smera, godišnje pređe 812 km biciklom imajući u vidu vremenske prilike koje nisu odgovarajuće za ovo prevozno sredstvo, čime uštedi 54 l benzina i proizvede 124,2 kg CO₂ nego kada bi vozio auto. Na razdaljinama do 5 km bicikl je najbrže prevozno sredstvo.

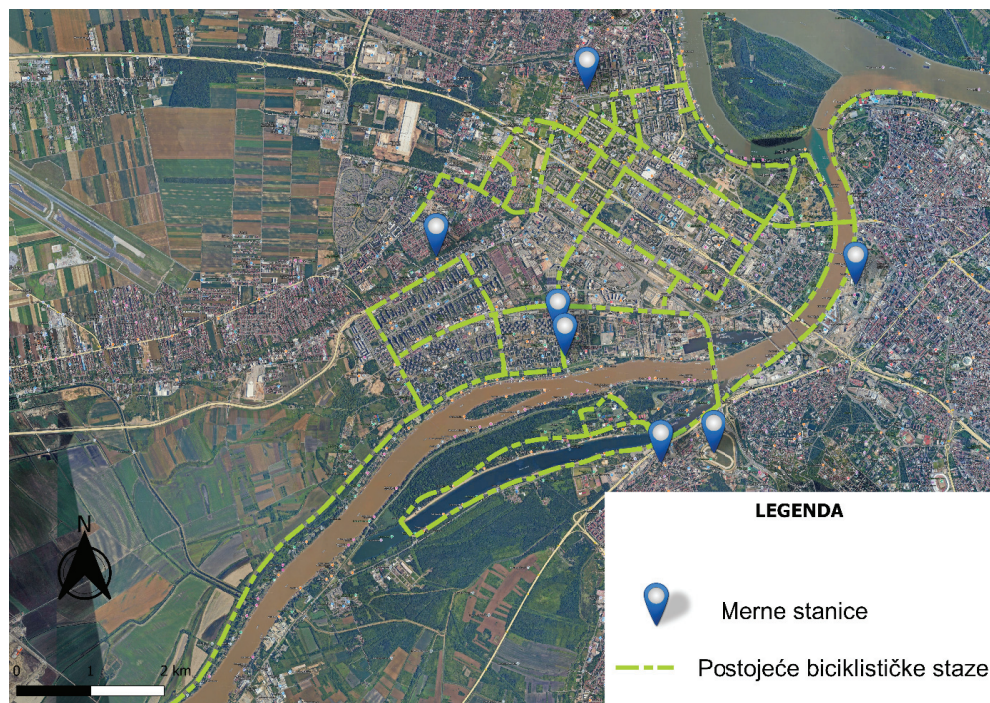


Grafički prikaz 1. Prednost korišćenja bicikla kao prevoznog sredstva u odnosu na automobil

U GUP-u se navodi da je jedan od ciljeva uređenja grada Beograda izgradnja biciklističkih koridora u okviru staza zdravlja i staza za rekreativni biciklizam u zoni aktivnog odmora (Службени гласник, 2016). U novoplaniranim i postojećim parkovima dozvoljena je izgradnja sadržaja namenjenih spontanoj rekreaciji, među kojima su biciklističke staze, na površini maksimalno 2% od teritorije parka i infrastrukturnih objekata od opšteg interesa utvrđenih na osnovu zakona, zbog čega su staze uglavnom locirane uz putnu infrastrukturu, dok se ne izvrši rekonstrukcija zelenih koridora. Preporuka je da biciklistička staza bude udaljena 1-2 m od saobraćajnice i da bude odvojena drvoredom što nije dosledno sprovedeno u Beogradu. Na ulicama sa visokim građevinama na obe strane, aerozagađenje se zadržava tako da takve ulice obično imaju nizak kvalitet vazduha i treba ih izbegavati prilikom vršenja fizičkih aktivnosti. Republički zavod za statistiku ne raspolaže podacima koji se tiču biciklizma, korisnicima biciklističkih staza i broja vozila. Ne postoji ažurna evidencija o podacima o udelu biciklističkog saobraćaja u ukupnoj raspodeli kretanja.

Iako je planirana izgradnja biciklističkih staza u svim opštinama grada Beograda, odnosno u svih 20 urbanističkih celina, trenutno su staze zastupljene u pet urbanističkih celina-Centar Beograda, Centar Novog Beograda, Centar Zemuna, Novobeogradski blokovi i Bežanijska kosa i Ada Ciganlija (Службени гласник, 2016). U najurbanizovanim zonama grada omogućeno je bezbedno odvijanje biciklističkog saobraćaja, dok van gradskog jezgra u perifernoj zoni, gde je zagađenje vazduha manje izraženo, ne postoji mreža staza koja bi obezbedila kretanje biciklista.

Na osnovu podataka GUP-a Beograda iz 2016. godine, grad ima 65,64 km biciklističkih staza. Međutim, neujednačeno su raspoređene u gradu, fragmentarno su prisutne, ne povezuju zelene površine niti elemente u prostoru važne za svakodnevnicu i ispunjavanje obaveza građana. Prema izveštaju Državne revizorske institucije, izgrađeno je 35 km biciklističkih staza, što ukupno čini oko 101 km, dok je GUP-om Beograda planirano tri puta više, odnosno 324 km. Kartografski prikaz novoizgrađenih staza se ne može pronaći, niti zvaničan tekstualni dokument koji bi popisao infrastrukturu izgrađenu za potrebe biciklističkog saobraćaja.



Karta 1. Izgrađene biciklističke staze i merne stanice kvaliteta vazduha u blizini istih
(Emilija Krantić)

Analiza kvaliteta vazduha na Novom Beogradu, u Zemunu i na Bežanijskoj kosi za 2023. godinu, prema podacima Agencije za zaštitu životne sredine (SEPA), ukazuje na određena poboljšanja u odnosu na prethodnu godinu, ali i na postojanje izazova koji zahtevaju kontinuiranu pažnju. SEPA je u svom godišnjem izveštaju za 2023. godinu zabeležila smanjenje broja mernih mesta sa prekoračenjem graničnih vrednosti suspendovanih čestica PM10 sa 28% u 2022. na 11% u 2023. godini (Кнежевић и др, 2024). Takođe, broj mernih mesta sa prekoračenjem dozvoljenog broja dana iznad granične vrednosti smanjen je za 19%, dok je broj mernih mesta za merenje PM2.5 čestica povećan za 38% u odnosu na prethodnu godinu, što će u daljem periodu pokazati kolika je zastupljenost ovih čestica. Iako SEPA-in izveštaj ne pruža detaljne podatke za svaku opštinu pojedinačno, dostupne informacije ukazuju da Novi Beograd kao gusto naseljena urbana zona sa značajnim saobraćajnim opterećenjem, Novi Beograd je podložan zagađenju vazduha, posebno tokom hladnijih meseci kada se povećava upotreba individualnih ložišta. S obzirom na industrijsku aktivnost i saobraćajnu povezanost, Zemun takođe beleži epizode povećanog zagađenja, naročito u blizini glavnih saobraćajnica. Bežanijska kosa iako manje urbanizovana u odnosu na prethodne dve, suočava se sa izazovima u pogledu kvaliteta vazduha zbog blizine autoputa i industrijskih zona.

Zagađeni vazduh može demotivisati ljude da biraju bicikl kao prevozno sredstvo, posebno roditelje s decom. Ljudi mogu razviti averziju prema korišćenju bicikla, čak i u danima kada je zagađenje manje, zbog opšteg osećaja nesigurnosti. Loša vidljivost, izazvana smogom i suspendovanim česticama, može otežati vožnju i povećati rizik od saobraćajnih nezgoda. Promene u biciklističkom ponašanju usled kvaliteta vazduha koji može naškoditi

Biciklističke staze u Beogradu-prilika za smanjenje aerozagađenja i opasnost od respiratornih problema za pojedince

zdravlju se manifestuje biranjem kraće rute, čak i ako su rizičnije, kako bi smanjili izloženost. Mali procena biciklista koristi maske, dok na osnovu sprovedene ankete svaki četvrti proverava aplikacija za praćenje kvaliteta vazduha (npr. AirVisual, IQAir). Korisnici zimi kada je zagađenje najizraženije izbegavaju da se duže od 20 min dnevno provode vozeći bicikl.

Postavlja se pitanje da li je neophodno primarno regulisati zagađenost u Beogradu kako bi se povećala motivisanost za korišćenjem ovog vida prevoza ili će povećan broj biciklista na stazama dovesti do efekta smanjenja zagađenosti. Koja instanca treba da prethodi drugoj ostaje upitna do ispunjenja broja kilometara biciklističkih staza predviđenih GUP-om koji iznosi 324,17 km.

ZAKLJUČAK

Iako je grad Beograd ukazao na važnost razvoja biciklističke infrastrukture, trenutni nivo izgrađenih staza i njihov prostorni raspored ne zadovoljava potrebe stanovništva i ne podstiče masovnije korišćenje bicikala kao prevoznog sredstva. Visok nivo aerozagađenja u gradskim urbanim jezgrima predstavlja značajnu opasnost i preperku za bezbedno i zdravo korišćenje ovog prevoznog sredstva. Njegova upotreba u gradovima poput Beograda predstavlja paradoksalnu situaciju kada se odvija u sredinama sa lošim kvalitetom vazduha. Iz tog razloga, veoma je bitno da se razvoj biciklističke infrastrukture vrši paralelno sa smanjivanjem aerozagađenja kroz primenu normativnog okvira, strateških planova, kao i sprovođenjem ekoloških politika.

Potrebno je uspostaviti detaljniji monitoring kvaliteta vazduha na nivou opština kako bi se identifikovale kritične tačke i preduzele odgovarajuće mere. Planiranje biciklističkih staza treba da uzme u obzir podatke o kvalitetu vazduha, izbegavajući rute kroz oblasti sa visokim nivoima zagađenja. U Beogradu, zbog kombinacije zagađenja i nedovoljne infrastrukture, potencijal za biciklizam ostaje nedovoljno iskorišćen. Ironično, biciklizam kao rešenje za smanjenje zagađenja ispašta zbog istog problema koji pokušava da reši. Tek onda kada se svi planirani uslovi iz Generalnog urbanističkog plana ispune moguće je govoriti o značajnijem doprinosu biciklizma u borbi protiv zagađenja.

LITERATURA

Intergovernmental Panel on Climate Change (2021). *Climate Change- The Physical Science Basis*. Switzerland: IPCC.

Сл. лист града Београда бр. 11/16 (2016). *Генерални урбанистички план Београда*. Београд: Град Београд – Служба за информисање.

Кнежевић, Ј., Јовић, Б., Марић Танасковић, Л., Митровић-Јосиповић, М., Љубичић, М., Вељковић, Н.,... (2024). *Квалитет ваздуха у Републици Србији 2023. године*. Београд: Агенција за заштиту животне средине.

World Health Organisation (2010). Dostupno na: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/noise?> (Pristupljeno:05. aprila 2025.)

PLANIRANJE PROSTORA U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA ZA POTREBE RAZVOJA TURIZMA – STUDIJA SLUČAJA NP „TARA”

Branko Radeljić¹, Slobodanka Stankov², Radomir Stojanović³

Apstrakt: Zaštićeno područje je geografski jasno određen prostor koji je namenjen zaštiti prirode i kojim se upravlja radi dugoročnog očuvanja prirode i pratećih usluga ekološkog sistema. Zaštićena područja u prvom redu pružaju podršku u očuvanju biljnog i životinjskog sveta, ali doprinose i blagostanju lokalnih zajednica u njihovom okruženju. Primarni cilj upravljanja nacionalnim parkovima je zaštita biodiverziteta zajedno sa njegovom osnovnom ekološkom strukturom i podržavajućim procesima u životnoj sredini, kao i promocija obrazovanja i rekreacije. Planom upravljanja Nacionalnog parka „Tara”, definisani su osnovni ciljevi zaštite, očuvanja i unapređenja prirodnih i kulturnih vrednosti, u cilju unapređenja stanja zaštićenog područja, daljih naučnih istraživanja, prezentacije i popularizacije područja. Cilj rada je da ukaže na značaj planiranja prostora za potrebe razvoja turizma u Nacionalnom parku „Tara”, sa posebnim akcentom na zaštitu prirodnih i kulturnih dobara značajnih za razvoj ove delatnosti uz sveobuhvatno poštovanje principa održivosti.

Ključne reči: zaštićeno područje, Nacionalni park „Tara”, planiranje prostora, turizam, održivost

SPATIAL PLANNING IN PROTECTED AREAS FOR TOURISM DEVELOPMENT –CASE STUDY TARA NATIONAL PARK

Abstract: A protected area is a geographically clearly defined area that is intended for the protection of nature and is managed for the long-term preservation of nature and the accompanying services of the ecological system. Protected areas primarily provide support in the preservation of flora and fauna, but they also contribute to the well-being of local communities in their surroundings. The primary intent of national park management is the protection of biodiversity along with its underlying ecological structure and supporting environmental processes, as well as the promotion of education and recreation. The management plan of the Tara National Park defines the basic objectives of protection, preservation and promotion of natural and cultural values, with the aim of improving the status of the protected area, further scientific research, presentation and popularization of the area. The aim of this paper is to point out the importance of spatial planning for the needs of tourism development in the Tara National Park, with a special emphasis on the protection of natural and cultural assets important for the development of this activity with comprehensive respect for the principle of sustainability.

Key words: protected area, Tara National Park, spatial planning, tourism, sustainability

¹ Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Dositeja Obradovića 21, Novi Sad, branko.radeljic@gmail.com, ORCID: 0009-0008-1343-551X

² Akademija strukovnih studija Zapadna Srbija, Odsek Užice, Trg Svetog Save 34, Užice, slobodanka.stankov@vpts.edu.rs, ORCID: 0000-0001-9966-5245

³ Akademija strukovnih studija Zapadna Srbija, Odsek Užice, Trg Svetog Save 34, Užice, radomir.stojanovic@vpts.edu.rs, ORCID: 0009-0002-6471-1111

UVOD

Prema nacionalnom zakonodavstvu, Nacionalni park „Tara” je prirodno dobro od nacionalnog značaja, prve kategorije, pod posebnom zaštitom države, u skladu sa Zakonom o zaštiti prirode („Službeni glasnik RS”, broj 36/09, 88/2010, 91/2010, i 14/2016). Prema definiciji – Nacionalni park je područje sa većim brojem raznovrsnih prirodnih ekosistema od nacionalnog značaja, istaknutih predeonih odlika i kulturnog nasleđa u kome čovek živi u skladu sa prirodom, namenjeno očuvanju postojećih prirodnih vrednosti i resursa, ukupne predeone, geološke i biološke raznovrsnosti, kao i zadovoljenju naučnih, obrazovnih, duhovnih, estetskih, kulturnih, turističkih, zdravstveno-rekreativnih potreba i ostalih aktivnosti usklađenih sa načelima zaštite prirode i održivog razvoja (Zakon o zaštiti prirode „Službeni glasnik RS”, broj 36/09, 88/10, 91/10, 14/2016 i 95/2018).

Zaštita, očuvanje, unapređenje, održivo korišćenje, uređenje i prezentacija prirodnih i drugih vrednosti, kao i upravljanje zaštićenim područjem sprovodi se na osnovu akta o proglašenju i Plana upravljanja zaštićenim područjem, tako da je pored Zakona o nacionalnim parkovima, Plan upravljanja najvažniji akt kojim se određuju: način i sprovođenja zaštite, korišćenja i upravljanja zaštićenim područjem, smernice i prioriteti za zaštitu i očuvanje prirodnih vrednosti zaštićenog područja, kao i razvojne smernice uz uvažavanje potreba lokalnog stanovništva.

Počeci zaštite prirode na području koje danas pokriva Nacionalni park „Tara” datiraju iz XIX veka i odnose se na zabranu seče šume na pojedinim lokalitetima i njihovo iskorišćavanje kao prirodnog resursa. Najveći deo planine Tare, proglašen je zaštićenim dobrom – Nacionalnim parkom Tara i to 1981. godine, Zakonom o Nacionalnom parku „Tara” („Službeni glasnik SR Srbije” broj 41/81). Od tada do danas, izvršeno je niz dopuna i izmena postojećeg Zakona, da bi 1993. godine bio donet Zakon o nacionalnim parkovima („Službeni glasnik RS” broj 39/93), kojim se potvrđuje zaštićeno dobro u granicama od 19.175 ha. Zakonom o nacionalnim parkovima („Službeni glasnik RS” broj 84/15) Nacionalni park „Tara” je proširen na površinu od 24.991,82 ha.

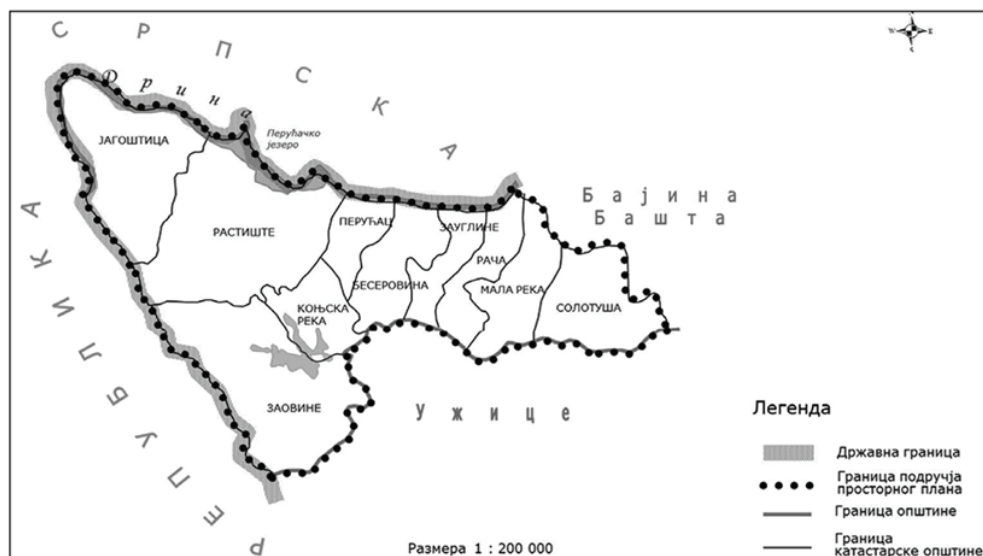
U međunarodnom kontekstu šire područje planine Tare označeno je kao područje u Srbiji značajno za biljke (Important Plant Areas – IPA), ptice (Important Bird Areas – IBA) i dnevne leptire (Prime Butterfly Areas in Serbia – PBA). U okviru EMERALD mreže, područje Tare je takođe identifikovano kao značajno područje (TARA YUSRB009). EMERALD mreža predstavlja ekološku mrežu sastavljenu od Područja posebne važnosti za zaštitu prirode (ASCI), odnosno prostornih celina i staništa koje su od posebnog nacionalnog i međunarodnog značaja sa aspekta očuvanja biološke raznovrsnosti. Područje Nacionalnog parka „Tara” prepoznato je i kao značajno područje u okviru ekološke mreže NATURA 2000, po Direktivi o staništima i po Direktivi o pticama.

PROSTORNI PLAN PODRUČJA POSEBNE NAMENE NACIONALNOG PARKA „TARA”

Područje Prostornog plana Nacionalnog parka „Tara” se nalazi na krajnjem zapadu Republike Srbije i zahvata prostor ograničen laktastim delom toka reke Drine, između Višegrada i Bajine Bašte. Obuhvata planinske delove Tare i njene padine prema Drini, kao i akumulaciju Zaovine, dok jezero hidroakumulacije Perućac predstavlja graničnu zonu ka Republici Srpskoj. Prostire se između 230 m n.v. (periferni deo ka Bajinoj Bašti u blizini ušća Rače u Drinu) i 1591 m n.v. (vrh Kozji rid ispod vrha Veliki Stolac na zapadnoj granici planskog područja).

Granica Prostornog plana obuhvata delove teritorije opštine Bajina Bašta, i to cele katastarske opštine (u daljem tekstu: KO): Jagoštica, Rastište, Zasovine, Konjska Reka, Perućac, Beserovina, Zaugline, Rača, Mala Reka i Solotuša.

Područje Prostornog plana predstavlja prostor na kojem se nalaze vrednosti od republičkog, regionalnog i drugog značaja. Od republičkog značaja su: 1) posebne prirodne vrednosti – NP „Tara” (granice utvrđene Zakonom o nacionalnim parkovima) sa prirodnim i kulturnim vrednostima; 2) plansko područje pripada turističkom klasteru – zapadnoj turističkoj zoni sa turističkom regijom Tara, utvrđene Prostornim planom Republike Srbije od 2010. do 2020. godine; 3) slivno područje Drine pripada rečnom sistemu za korišćenje, uređenje i zaštitu voda i hidroenergetsko korišćenje Drina sa Limom i Uvcem, utvrđenom Prostornim planom Republike Srbije od 2010. do 2020. godine; 4) plansko područje je i prigranično područje, mada, izuzev drumske veze Užice – Višegrad, preko Kremana i Mokre Gore, koja je pozicionirana izvan i južno od planskog područja, bez značajnih direktnih veza sa područjem Bosne i Hercegovine, zbog položaja doline Drine koja predstavlja morfološku i hidrološku prepreku za značajnije privredne veze u ovoj zoni. Prirodne vrednosti područja sa obe strane Drine, ukazuju na značajnu uslovljenost razvoja u celom prigraničnom području, kako bi se prirodne vrednosti u potpunosti očuvale i stvorili uslovi za proglašavanje čitave zone za transgranično prirodno dobro rezervat biosfere Drina⁴.



Slika 1. Prikaz granice Prostornog plana Nacionalnog parka „Tara”

Izvor: PPPPN NP „Tara” („Službeni glasnik RS”, broj 44/20)

Osnovni karakter području daju prostrani delovi vredne i zaštićene prirode. Veliki deo Prostornog plana čini teritorija NP „Tara” čija se granica najvećim delom poklapa sa granicom Bosne i Hercegovine, a na južnom delu vodi granicama prethodno navedenih KO.

Prema prostornom planu Republike Srbije, plansko područje pripada Zapadnoj turističkoj zoni sa turističkom regijom Tara i delom turističke regije Zlatibor, dok je prema Regionalnom prostornom planu za područje Zlatiborskog i Moravičkog upravnog okruga plansko područje opredeljeno na razvoj turizma, koji će predstavljati osnov razvoja ovog

⁴ Rezervati biosfere su međunarodno prepoznata zaštićena područja koja su izuzetna, kako u prirodnom tako i u kulturnom pogledu, sa očuvanom prirodom, bogatom kulturom i tradicionalnim načinom života lokalnog stanovništva.

prostora. Razvoj turizma zasnivaće se na celogodišnjoj turističkoj ponudi, što će usloviti razvoj komplementarnih delatnosti. Planirane razvojne aktivnosti turizma su u skladu sa postojećim režimima i merama zaštite prostora, čiji pojedini delovi (NP „Tara”) su predloženi za Svetsku listu prirodne i kulturne baštine (UNESCO).

ZAŠTITA PRIRODNIH I KULTURNIH VREDNOSTI NACIONALNOG PARKA „TARA”

U procesu planiranja namene nekog područja neophodno je odgovarajućim merama i instrumentima zaštititi životnu sredinu u celini, odnosno prirodne i kulturne vrednosti prostora. Prostorno planiranje predstavlja idealno sredstvo u rešavanju problema između zaštite prirode i turizma, jer se planiranjem stvara povezanost razvoja turizma i zaštite prirode (Marković, 2015).

Ukupna zaštićena površina prirodnog dobra iznosi 24.991,82 hektara. Na području NP „Tara”, u pogledu režima zaštite, postoje tri zone ili tri stepena zaštite: I stepena na oko 3323,92 ha tj. 13,30% (sa 17 zaštićenih lokaliteta), II na 8514,39 ha tj. 34,07% (sa 19 lokaliteta) i III stepena (koji obuhvata područja izvan prvog i drugog stepena zaštite) na oko 13.153,51 ha tj. 52,63% ukupne površine NP „Tara”. Trostepeni režim zaštite određen je prema Zakonu o zaštiti prirode („Službeni glasnik RS”, broj 36/09, 88/10, 91/10, 14/2016 i 95/2018).

U NP „Tara” zaštićena prirodna dobra imaju status trajne namene koja se ne može menjati bez odgovarajućeg postupka u skladu sa zakonom. Kao osnovni cilj zaštite prirodnih vrednosti nameće se zaštita odnosno proglašenje novih prirodnih dobara u skladu sa zakonom, zatim očuvanje glavnih činilaca životne sredine, prirodnih i estetskih obeležja pejzaža, zaštita biodiverziteta rezervata prirode, zemljišta, geoloških, geomorfoloških, hidrografskih, pedoloških, arheoloških i dendroloških mesta i fenomena. Najznačajnije prirodne vrednosti NP „Tara” nalaze se u režimu I stepena zaštite u okviru 10 prirodnih rezervata (7 su staništa Pančićeve omorike), 5 spomenika prirode, 6 nepokretnih kulturnih dobara, 2 lovno-uzgojna rezervata (Zvezda i kanjon Drine) i 1 lovno-naučni rezervat (Džanići).

Na prostoru šireg područja NP „Tara” raste preko 1100 biljnih vrsta, što predstavlja gotovo trećinu ukupne flore Srbije. Najmarkantnije obeležje biljnog sveta Tare jeste jedinstvena vrsta, carica svih endemita – Pančićeve omorika. Takođe, ovde se nalazi veliki broj vrsta gljiva, među kojima je znatan broj izuzetno retkih i zaštićenih vrsta. Raznovrsnost faune nimalo ne zaostaje za bogatstvom flore. Prema do sada poznatim podacima, područje Tare naseljava 59 vrsta sisara, oko 140 vrsta ptica, 12 vrsta vodozemaca i 12 vrsta gmizavaca. Nepristupačna i skrovita staništa Tare omogućila su opstanak najbrojnijoj i najznačajnijoj populaciji medveda u Srbiji. Procenjuje se da se na području NP nalazi oko 60 medveda.

Javno preduzeće „Nacionalni park Tara”, koje je upravljač ovog zaštićenog prirodnog dobra, sprovodi režim zaštite u NP i upravlja prirodnim vrednostima, tj. štiti ih, projektuje i unapređuje. NP „Tara”, zajedno sa Parkom prirode „Šargan - Mokra Gora”, Parkom prirode „Zlatibor” i NP „Drina” u Republici Srpskoj predviđen je za potencijalni prekogranični rezervat biosfere u okviru UNESCO-vog programa „Čovek i biosfera”. Zahvaljujući povoljnom geografskom položaju, Nacionalni park Tara učestvuje u velikom broju projekata prekogranične saradnje.

Kulturno nasleđe kao izvor lokalnog identiteta treba da bude dostupno svima koji u njemu žele da uživaju. Održivi kulturni i ekonomski razvoj ovih dobara podrazumeva njihovu fizičku pristupačnost ali i dostupnost informacija kroz edukaciju i informisanje.

U NP „Tara” izdvojeno je oko 50 ha prostora sa arheološkim lokalitetima i drugim spomenicima kulture. Najznačajnije kulturno-istorijsko nasleđe obuhvata: zaštićena i kategorisana kulturna dobra (nekropole – stećci u Perućcu i Rastištu, Srednjovekovni grad „Solotnik”, Manastir Rača, „Skit Svetog Đorđa”, Lokalitet „Gradina” i memorijalni spomenik „Borovo Brdo”) i ostala evidentirana kulturna dobra (lokalitet Grad, nekropole u Rastištu i Zaovinama, škola na Sedaljki u Rastištu i objekti narodnog graditeljstva, kao i spomenici i spomen-obeležja narodnooslobodilačkih ratova i etnološko nasleđe).

Najzanimljiviju i najatraktivniju kulturno-istorijsku vrednost na teritoriji NP „Tara” predstavlja manastir Rača. Hram Vaznesenja Hristovog, je smešten u selu Rača, 6 km, zapadno od Bajine Bašte, na obroncima Tare, mestu izlaska reke Rače iz njenog živopisnog kanjona. Po predanju manastir je u drugoj polovini XIII veka podigao kralj Dragutin. U toku svoje istorije manastir je dva puta rušen do temelja, da bi današnju fizionomiju dobio 1835. godine. Takođe, tu su i srednjovekovne nekropole sa stećcima u Rastištu i Perućcu koje su 2016. godine u okviru zajedničkog projekta Srbije, Bosne i Hercegovine, Hrvatske i Crne Gore stavljene na UNESCO-vu listu svetske kulturne baštine.

Planom upravljanja NP „Tara”, definisani su osnovni ciljevi zaštite, očuvanja i unapređenja prirodnih i kulturnih vrednosti, u cilju unapređenja stanja zaštićenog područja, daljih naučnih istraživanja, prezentacije i popularizacije područja. U skladu sa zadatim ciljevima, planirani su i zadaci i aktivnosti na zaštiti prirodnih i kulturno-istorijskih vrednosti, sprečavanu aktivnosti koje mogu narušiti svojstva NP, zaštiti i unapređenju stanja, kao i održivo korišćenje prirodnih resursa, naučno-istraživačka aktivnost, kulturno obrazovna aktivnost, prezentacija i popularizacija vrednosti NP, uređenje područja i izgradnja objekata u NP, uspostavljanje i razvoj turističkih, rekreativnih i drugih razvojnih funkcija NP „Tara”.

RAZVOJ TURIZMA

Turistički položaj Tare u velikoj meri zavisi od njenog geografskog položaja i određuje se u odnosu na glavna disperzivna područja u okruženju i njene saobraćajne povezanosti. Shodno tome, prema ovoj planini gravitiraju, prevashodno, turisti iz gradskih i ravničarskih sredina. Bez obzira na neodgovarajući kvalitet postojeće drumske mreže područje Tare privlači posetioce iz svih delova Republike Srbije. Takođe, turistički položaj Tare podrazumeva i odnos prema drugim turističkim vrednostima i destinacijama koje se nalaze u bližem ili daljem okruženju. Osim Tare, u blizini su i Zlatibor, Divčibare i dr., koje predstavljaju konkurenciju u smislu planinskog reljefa, ali ne i očuvane prirode. Postojanje NP „Tara” kao i drugih prirodnih i antropogenih motiva povećavaju turističku vrednost Tare. Geografski položaj, kao i konfiguracija terena i strme obale Drine uticale su da se drumski saobraćaj javlja kao osnovni vid komunikacije i povezivanja Tare sa širom okolinom.

Razvoj turizma na Tari odvijaće se kroz ostvarivanje razvoja održivog turizma prema standardima Evropske unije uz povećanje konkurentnosti turističke ponude kroz razvoj više vidova turizma, tradicionalnih i savremenih. Održivi turizam se može smatrati turizmom kojim se upravlja na takav način da ne prelazi ekološki, socio-kulturni ili ekonomski kapacitet nosivosti neke destinacije i da minimalizuje povezane ekološke, socio-kulturne i ekonomske troškove, dok su povezane ekološke, socio-kulturne i ekonomske koristi maksimalizovane u tako postavljenom razvoju (Weaver and Lawton, 2014).

Posebno se naglašava značaj očuvanja životne sredine, koncepcija razvoja sa polazištem u raspoloživim prirodnim resursima, svesti lokalnog stanovništva koje želi da sačuva autohtone vrednosti, kao i valorizacija kulturno-istorijskih spomenika i njihova

zaštita za buduće generacije. Iz tog razloga, kao jedan od prioriternih proizvoda razvoja održivog turizma je ekoturizam, koji kao relativno nov savremeni oblik turizma, predstavlja potkomponentu održivog oblika turizma. Reč je o vrsti turizma koji se zasniva na prirodi i prirodnim resursima (nature-based tourism), a koji uključuje kako ruralne tako i kulturne elemente prostora (Stankov, Stojanović & Radeljić, 2024).

Površine namenjene razvoju turizma, sporta i rekreacije, sa glavnim sadržajima, predviđene su u III stepenu zaštite. Lokacije pogodne za razvoj celogodišnjeg turizma poznate su kao „centri turizma”, u kojima se pored turističko-rekreativnih i ugostiteljskih objekata i sadržaja predviđa i razvoj komplementarnih usluga. To su: Predov krst, Kaluđerske bare, Mitrovac, Perućac i Bajina Bašta. Turistička zona „Predov krst” razvijaće se kroz etno-eko revitalizaciju sela Jagoštica i razvoj ruralnog turizma. Lokacija Kaluđerske bare je centar za celo plansko područje jer prostorno, organizaciono i saobraćajno ima najpovoljnije uslove. Reč je o komercijalizovanoj zoni koja obuhvata naselja Kaluđerske bare, Šljivovicu, Oslušu i Sokolinu i namenjena je razvoju planinskog turizma (alpsko i nordijsko skijanje zimi, a pešačenje i biciklizam leti), zdravstveno-lečilišnog (planinski wellness) i kongresnog turizma. U razvojnoj zoni „Mitrovac”, koja se prostire od jezera Zaovine preko Mitrovca do jezera Perućac, pored razvijenih vidova turizma (sportsko-rekreativnog, dečijeg i omladinskog) planira se razvoj pratećih sadržaja za zimski planinski turizam. Turistička zona „Perućac” specijalizovaće se kao vodeća ribolovna destinacija Srbije, različitih sportsko-rekreativnih sadržaja i aktivnosti na vodi sa mogućnošću razvoja etno-turizma u Rastištu. Razvojna zona „Bajina Bašta”, jedina izvan Planskog područja, je „zona od velikog uticaja na realizaciju celokupnog koncepta turizma vezanog za potencijale planine Tare”. Položaj Bajine Bašte u odnosu na različite aktivnosti i sadržaje koji se odvijaju na reci Drini i u granicama NP „Tara” uslovlili su sportsko-rekreativnu funkciju naselja koje ima vodeću ulogu razvoja Drine i Tare. Kako bi Bajina Bašta zadržala ulogu generatora razvoja Drine i Tare neophodno je povećanje konkurentnosti ovoga centra na turističkom tržištu razvojem komplementarnih usluga, programa i aktivnosti.

Javno preduzeće „Nacionalni park Tara” već sprovodi veliki broj aktivnosti koji su posebno zanimljivi turistima: uređeno je šest šetno-edukativnih staza (ovde spada i staza prilagođena osobama sa invaliditetom), jedanaest vidikovaca, trideset uređenih planinarskih staza, tri biciklističke rute, program posmatranja medveda, kajaking, vožnja kanjonom reke Drine, poseta ergeli konja. Takođe, postoje i dva Centra za posetioce – u Bajinoj Bašti i na Mitrovcu, gde se mogu dobiti sve potrebne informacije.

Smeštajni kapaciteti su značajan element turističke ponude. Od njihovog broja, ali i strukture zavisi veličina i kvalitet turističke ponude i prometa. Na području Tare smeštajni kapaciteti su hoteli, moteli, odmarališta, planinarski domovi i lovačke kuće (oko 2.000 ležajeva), sa privatnim smeštajem broj ležaja je oko 4.300. Glavna karakteristika smeštajnih kapaciteta je nepostojanje hostela i osnovnih smeštajnih kapaciteta kvaliteta četiri i pet zvezdica, kao i izuzetno veliko učešće privatnog smeštaja (preko 50%), znatno manje učešće hotelskog smeštaja (36%) od proseka u Republici Srbiji i zastareli hotelski kapaciteti čijoj rekonstrukciji treba posvetiti veću pažnju. Smeštajni kapaciteti su: Hotel „Omorika”, Hotel „Beli Bor”, Depadans „Javor”, Vila „Šumska kuća”, Hotel „Tara”, Hotel „Jezero”, Hotel „Vrelo”, Hotel „Drina”, dečije odmaralište „Mitrovac” (centralni objekti sa šest paviljona), Motel – Lovачki dom „Mitrovac”, Motel – Lovачka kuća „Predov krst”, Planinarski dom „Predov krst”, planinarski dom „Javor”, vila „Bobar” (nije u funkciji), vila „Tara” i dr. S obzirom na zahteve domaćih i inostranih turista smeštajne kapacitete treba najvećim delom rekonstruisati, unaprediti turističku ponudu novim vidovima smeštaja i osmisлити nove sadržaje u zavisnosti od zahteva turističkog tržišta.

ZAKLJUČAK

Na osnovu iznetog može se zaključiti da planiranje prostora ima veliki značaj za potrebe razvoja turizma u NP „Tara“, kao i na širem području ove regije. Prostornim planom područja posebne namene NP „Tara“ i Planom upravljanja NP „Tara“ određuju se preciznije smernice za razvoj održivog turizma.

Osnovne prednosti turističkog proizvoda planskog područja su: očuvana priroda i postojanje reliktnih i endemičnih primeraka flore i faune, nezagađena priroda, planinski pejzaži i vizure, geomorfološki oblici reljefa, divlja priroda, reka Drina, jezera, antropogeni turistički resursi, očuvanost lokalnih običaja, gastronomije i arhitekture, postojanje različitih oblika turizma, razvoj manifestacionog turizma, mogućnost povezivanja sa susednim regijama (Zlatibor, Mokra Gora), blizina inostranog tržišta (Republika Srpska, odnosno Bosna i Hercegovina).

Osnovni nedostaci su: nepotpuna iskorišćenost prirodnih i antropogenih potencijala, nerazvijenost turističke infrastrukture i zastarelost smeštajnih kapaciteta, neuređenost vidikovaca i loša signalizacija, nedovoljna zaštita pojedinih delova NP „Tara“ i ostalih zaštićenih prostora, nedovoljna kontrola gradnje vikendica, pojava zagađenosti voda u području jezera, nedostatak identiteta, slab marketing i menadžment. Izazovi za turizam na prostoru NP „Tara“ odnose se na iskorišćavanje turističkih potencijala za stvaranjem turističkih proizvoda koji se mogu plasirati na domaćem i inostranom tržištu, razvijanje specifičnih oblika turizma (lov, ribolov, eko-turizam, kulturni i đачki turizam, planinarenje, šetnje, poslovi i etno-turizam, gastronomiju i dr.); unapređenje promocije i propaganda destinacije na regionalnom, nacionalnom i međunarodnom tržištu itd. Regija ima dobre preduoslove za razvoj profitabilnih turističkih aktivnosti, čijom valorizacijom se može doprineti stvaranju centra turističkog razvoja čitavog regiona.

LITERATURA

Marković, S. (2015). Zaštita životne sredine i razvoj turizma u prostornim planovima posebne namene (primer PPPN NP „Tara“). U: Filipović, D. (ured.). (2015). Zbornik radova mladih istraživača „Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine“ (str. 231-238). Beograd: Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet.

Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре. (11.04.2025). Просторни план Републике Србије 2021-2035(ППРС). Преузето 11.04.2025, са <https://www.mgsi.gov.rs/sites/default/files/PPRS%20Nacrt.pdf>

План управљања Националним парком „Тара“ за период 2020-2029 година.(11.04.2025.). Преузето 11.04.2025., са <https://www.nptara.rs/images/pdf/Plan-upravljanja-NP-Tara-2020-2029-sa-saglasnoscukon.pdf>

Stankov, S., Stojanović, R. & Radeljić, B. (2024). Animation in ecotourism. U: Savić, B. (ured.). (2024). 1st International Multidisciplinary Conference "Challenges of Contemporary Higher Education" - CCHE 2024 (Vol. 4, pp. 648-653). Beograd: Conference of Academies for Applied Studies in Serbia (CAASS), University Business Academy in Novi Sad, Faculty of Contemporary Arts, Belgrade.

Uredba o utvrđivanju Prostornog plana područja posebne namene Nacionalnog parka „Tara“ („Službeni glasnik RS“, broj 44/20)

Weaver, D., Lawton, L. (2014): Tourism Management. Wiley, Milton.

Zakon o zaštiti prirode „Službeni glasnik RS“, broj 36/09, 88/10, 91/10, 14/2016 i 95/2018

Zakon o Nacionalnom parku „Tara“ „Službeni glasnik SR Srbije“ broj 41/81

Zakon o nacionalnim parkovima „Službeni glasnik RS“ broj 39/93

Zakon o nacionalnim parkovima „Službeni glasnik RS“ broj 84/15

UDK: 628:711.7/.8(497.6)
DOI: 10.5937/PNZPZS2502097D
Pregledni naučni rad

ANALIZA ZASTUPLJENOSTI VODOVODNE INFRASTRUKTURE U REPUBLICI SRPSKOJ

Nikolina Đukić¹, Marko Kalaba², Nemanja Banjac³

Apstrakt: Dostupnost vodovodne infrastrukture predstavlja značajan faktor razvoja prostora. Posmatrano iz ugla pojedinačnog korisnika prostora, ali i cjelokupne zajednice, treba istaći uticaj ovog faktora na kvalitet života u datom prostoru. Nedostatak vodovodne infrastrukture može pokrenuti niz negativnih procesa u prostoru, poput lošijih performansi privrede, smanjenih higijensko-sanitarnih uslova, deruralizacije, unutrašnjih i vanjskih migracija, te kao takvi predstavljaju značajno ograničenje razvoja. Ovim radom analizirano je vodosnabdijevanje stanovništva na nivou gradova i opština u Republici Srpskoj. Izdvojene su lokalne zajednice sa niskim stepenom zastupljenosti vodovodne infrastrukture, te je analizom prostorno-planske dokumentacije utvrđen način tretiranja ovog problema.

Ključne riječi: prostorno planiranje, vodosnabdijevanje, vodovodna infrastruktura, Republika Srpska, razvoj.

ANALYSIS OF PRESENCE OF WATER SUPPLY INFRASTRUCTURE IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Abstract: The availability of water supply infrastructure represents a significant factor in spatial development. From the perspective of both individual users and the community as a whole, the influence of this factor on the quality of life in a given area must be emphasized. The lack of water supply infrastructure can trigger a series of negative processes, such as poorer economic performance, reduced sanitary and hygienic conditions, deruralization, and internal and external migration. As such, these factors pose a significant limitation to development. This study analyzes water supply for the population at the city and municipal levels in the Republic of Srpska. Local communities with low levels of water infrastructure coverage were identified, and through an analysis of spatial planning documents, the approach to addressing this issue was determined.

Keywords: spatial planning, water supply, water supply infrastructure, Republic of Srpska, development.

¹ Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, Mladena Stojanovića 2, 78 000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, nikolina.djukic.student.pmf.unibl.org

² Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, Mladena Stojanovića 2, 78 000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, marko.kalaba.student.pmf.unibl.org

³ Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, Mladena Stojanovića 2, 78 000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, nemanja.banjac.student.pmf.unibl.org

UVOD

Republika Srpska u administrativnom pogledu sačinjena je od 64 jedinice lokalne samouprave, odnosno 11 gradova i 53 opštine. Svi gradovi i opštine integrisani su u 4 nodalno-funkcionalne regije: Banjalučka, Dobojsko-bijeljinska, Sarajevsko-zvornička i Trebinjsko-fočanska regija. Prostorni razvoj Republike Srpske je neuravnotežen, čemu svjedoči raspored stanovništva i pojava problemskih područja. Pomenuta predstavljaju manje opštine, smještene u najvećoj mjeri u pograničnim prostorima, koje karakterišu izraženi procesi depopulacije, unutrašnjih i vanjskih migracija, te nepovoljne starosne strukture. Problemska područja prati izostanak fizičke i društvene infrastrukture. Razvoj infrastrukture osnovna je pretpostavka valorizacije i vrednovanja geopotencijala i pokretanja privrednih aktivnosti. Uslovljen je stepenom dostignutog tehnološkog i ekonomskog razvoja, kao i odnosom društva prema raspoloživim potencijalima, te definisanim pravcima privrednog razvoja i društvenih usluga koji regulišu ulaganja u infrastrukturu i prioritete razvoja (Mandić, 2019). Dok u ruralnom prostoru hidrotehnička infrastruktura čini neophodnu stavku u integraciji u savremeni razvoj, u urbanim cjelinama ona predstavlja nužnost u egzistenciji jednog gradskog naselja. Sa ovom tezom slaže se i Radulović, te ističe sljedeće: „Prilikom planiranja vodovodne infrastrukture, prednost treba da ima organizovanje i unapređenje vodovodnih sistema u velikim urbanim cjelinama, pa tek onda u ruralnim, iz razloga što se u gradskim kompleksima, građanstvo jedino oslanja na javno vodosnabdijevanje, dok je u ruralnim dijelovima moguće koristiti sopstvene izvore“ (Radulović, et al., 2020). Hidrotehnička infrastruktura predstavlja neophodni segment infrastrukture i pretpostavlja određeni nivo institucionalne izgrađenosti, organizacije i tehničke opremljenosti (Mandić, 2019). Vodovodna infrastruktura predstavlja jedan od osnovnih faktora za razvoj određenog prostora.

Ovim radom analizirano je vodosnabdijevanje stanovništva na nivou gradova i opština u Republici Srpskoj. Analiza je obuhvatila stanje broja vodovodnih i kanizacionih priključaka, kao i efikasnosti distribucije vode i prečišćavanja otpadnih voda. Kako je navedeno u Izmjeni i dopuni prostornog plana Republike Srpske do 2025. godine (2015), vodosnabdijevanje stanovništva Republike Srpske organizovano je preko 61 centralnog vodovodnog sistema (na 64 jedinice lokalne samouprave), tako da je vodovodima obuhvaćeno oko 48% ukupne populacije. Gradskim kanizacionim sistemima obuhvaćeno je 67% gradskog stanovništva.

MATERIJAL I METODE

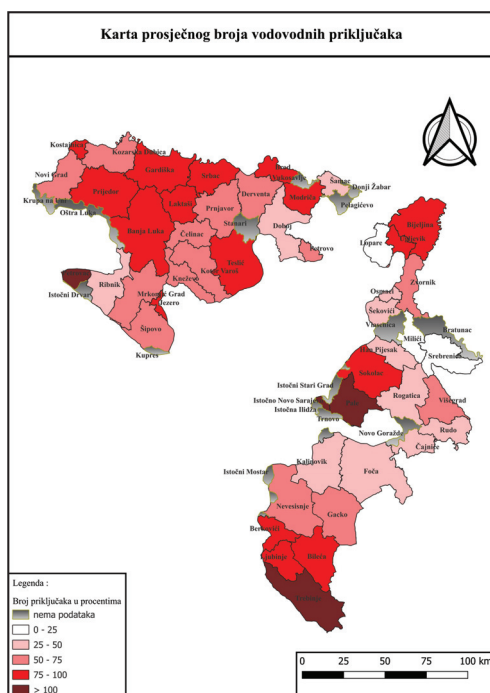
Tokom istraživanja poštovani su svi naučni principi kojima se ostvaruje objektivnost i metodološka pravilnost rada. Konsultovana je stručna literatura iz ove oblasti, kao i važeća prostorno-planska dokumentacija koja tretira ovaj prostor. Metod analize i sinteze korišten je prilikom obrade prikupljenih podataka, što je omogućilo donošenje relevantnog zaključka. Za potrebu analize demografskih podataka, kao i podataka koji se tiču vodosnabdijevanja i ispuštanja otpadnih voda korišten je statistički metod. Prikupljeni podaci obrađeni su i sintetizovani pomoću formula, te su se rezultati prikazali u relativnim udjelima po gradovima i opštinama. Za potrebe izrade ovog rada izračunati su: prosječan broj vodovodnih priključaka, prosječan broj kanizacionih priključaka, efikasnost distribucije vode i efikasnost prečišćavanja otpadnih voda. Prosječan broj vodovodnih i kanizacionih priključaka izračunat je tako što se ukupan broj priključaka podijelio sa ukupnim brojem domaćinstava za svaku jedinicu lokalne samouprave. Efikasnost distribucije vode dobijena je tako što je ukupna količina isporučene vode podijeljena sa ukupnom količinom zahvaćene vode, izraženom u hiljadama m³. Efikasnost prečišćavanja otpadnih voda izračunava se

tako što se količina prečišćenih otpadnih voda podijeli sa ukupnom količinom ispuštenih otpadnih voda, izraženim u hiljadama m³. Rezultati istraživanja prikazani su i kartografski. Za kartografsko prikazivanje podataka korišten je softverski alat QGIS, koji je omogućio vizualizaciju podataka.

U okviru analiziranog obuhvata nalazi se izvjestan broj opština za koje nisu dostupni statistički podaci o stanju vodovodne infrastrukture. To su: Bratunac, Vlasenica, Vukosavlje, Donji Žabar, Istočni Drvar, Istočni Mostar, Istočna Ilidža, Istočni Stari Grad, Trnovo, Krupa na Uni, Kupres, Oštra Luka, Pelagićevo, Stanari.

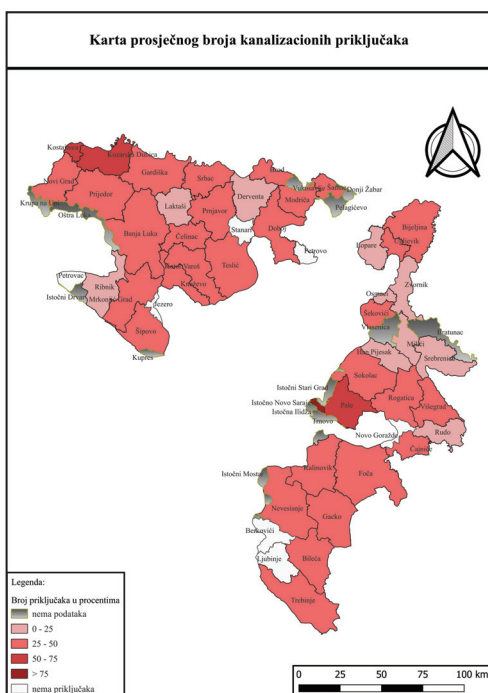
REZULTATI I DISKUSIJA

Analizom broja vodovodnih priključaka u odnosu na broj domaćinstava, zaključeno je da 3 jedinice lokalne samouprave (Trebinje, Istočno Novo Sarajevo i Petrovac) trenutno imaju veći broj vodovodnih priključaka u odnosu na broj domaćinstava (Prilog 1). Ovakvo stanje može se objasniti činjenicom da određeni broj priključaka otpada na privredne subjekte, ali i da pojedina domaćinstva imaju nekoliko priključaka, najčešće na ekonomskim i pomoćnim objektima. U intervalu pokrivenosti od 75 do 100% nalazi se 16 jedinica lokalne samouprave. Od 50 do 75% pokrivenosti vodovodnim priključcima nalazi se 14 opština. U intervalu pokrivenosti između 25 i 50% nalazi se 11 opština. Do 25% pokrivenosti vodosnabdijevanjem zauzimaju 3 opštine: Lopare, Milići i Srebrenica. Uvidom u Prilog 1 može se zaključiti da najrazvijenije područje u ovom segmentu predstavlja Banjalučka regija.



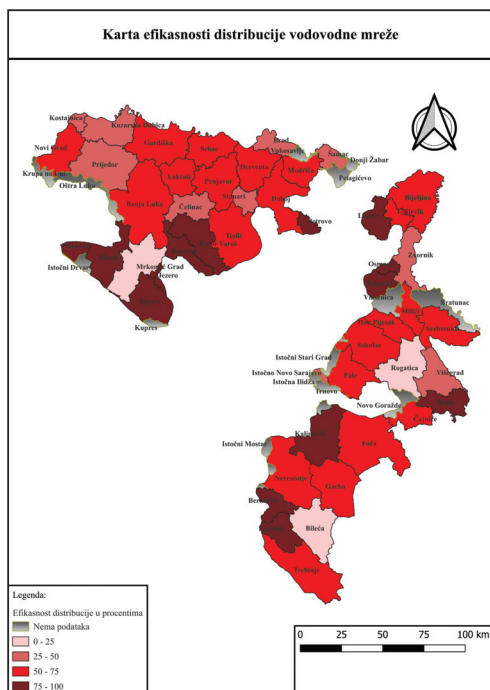
Prilog 1. Prosječan broj vodovodnih priključaka

Izvor: Republički zavod za statistiku



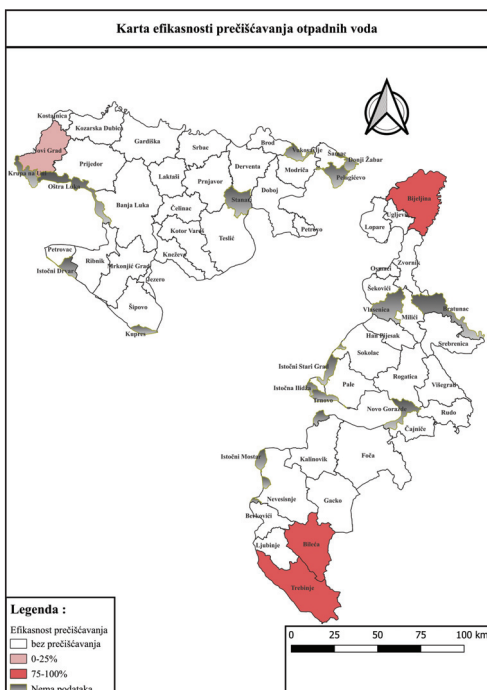
Prilog 2. Prosječan broj kanalizacionih priključaka

Izvor: Republički zavod za statistiku



Prilog 3. Efikasnost distribucije vode

Izvor: Republički zavod za statistiku



Prilog 4. Efikasnost prečišćavanja otpadnih voda

Izvor: Republički zavod za statistiku

Kada je u pitanju pokrivenost stanovništva kanalizacionim priključcima, može se zaključiti da je stanje daleko nepovoljnije u odnosu na pokrivenost vodovodnim priključcima. Opštine u kojima u potpunosti izostaju kanalizacioni priključci su: Berkovići, Jezero, Ljubinja, Novo Goražde, Petrovac, Petrovo (Prilog 2). Kanalizacioni priključci nedostaju i u izrazito nerazvijenim opštinama za koje nisu bili dostupni podaci iz statistike. Opština Istočno Novo Sarajevo ima najbolju pokrivenost kanalizacionim priključcima u Republici Srpskoj. Od 50 do 75% pokrivenosti posjeduju Kostajnica, Kozarska Dubica i Pale. Najveći broj jedinica lokalnih samouprava se nalazi u kategoriji od 25 do 50%, dok značajan udio čine jedinice lokalne samouprave koje imaju pokrivenost do 25%.

Efikasnost distribucije vode predstavlja razliku između isporučene i ukupno zahvaćene količine vode. Potpuna efikasnost zabilježena je u opštinama: Jezero, Lopare, Novo Goražde, Osmaci i Ribnik. Navedeno označava da prilikom distribucije ne dolazi do gubitaka vode, odnosno da zahvaćena i isporučena količina vode imaju iste vrijednosti. Povoljnu efikasnost, u udjelu od 75 do 100% ima još 10 jedinica lokalne samouprave. Najveći broj jedinica lokalne samouprave, odnosno čak 22, nalazi se u intervalu od 50 do 75% (Prilog 3). Manji udio čine jedinice lokalne samouprave koje imaju efikasnost do 50%, odnosno problem sa velikim gubicima vode. U ovu kategoriju pripadaju: Rogatica, Mrkonjić Grad, Bileća, Stanari, Višegrad, Prijedor, Kostajnica, Zvornik, Kozarska Dubica, Brod, Istočno Novo Sarajevo i Šamac.

Kako se ističe u Strategiji integralnog upravljanja vodama Republike Srpske 2015.-2024. godine, prosječni gubici vode u vodovodnim sistemima su oko 48% od ukupnih količina, što govori o stanju tih sistema. Zbog toga je smanjenje tih gubitaka ujedno i najznačajnija rezerva vode za snabdijevanje naselja, nakon obnove sistema i sanacije gubitaka u njima.

Prečišćavanje otpadnih voda na teritoriji Republike Srpske skoro da i ne postoji. U tek nekoliko jedinica lokalne samouprave otpadne vode se prečišćavaju. U Bileći i Trebinju efikasnost prečišćavanja iznosi 100%. U Bijeljini je zastupljeno u 98% (Prilog 4). Na teritoriji Novog Grada prečišćavanje postoji u minimalnom udjelu (1%). Sve ostale jedinice lokalne samouprave nemaju praksu prečišćavanja otpadnih voda.

ZAKLJUČAK

Snabdijevanje vodom stanovništva i odvođenje otpadnih voda je izuzetno važna oblast u prostornom planiranju, i zahtijeva posebnu pažnju prilikom izrade prostorno-planske dokumentacije. U praksi nailazimo na razne probleme koji ograničavaju utopijsku ideju o uravnoteženom prostornom razvoju. Sa druge strane prostorni planeri moraju težiti ka jednom od najznačajnijih ciljeva prostornog planiranja – omogućiti jednak kvalitet života svim stanovnicima. Zato treba postaviti realne ciljeve u skladu sa prethodno provedenim analizama.

Analiza vodovodne infrastrukture u Republici Srpskoj ukazuje na izražene prostorne i infrastrukturne nejednačenosti među jedinicama lokalne samouprave. Dok pojedine jedinice lokalne samouprave, poput Trebinja, bilježe visok stepen pokrivenosti vodovodnim i kanizacionim priključcima, kao i efikasnu distribuciju i prečišćavanje voda, mnoge jedinice lokalne samouprave i dalje se suočavaju sa niskim stepenom priključenosti i gotovo potpunim izostankom kanizacione mreže i sistema za prečišćavanje otpadnih voda.

Podaci ukazuju da gotovo polovina od ukupne količine zahvaćene vode biva izgubljena tokom distribucije, što dodatno opterećuje postojeće resurse i ističe potrebu za hitnim infrastrukturnim unapređenjima. Poseban izazov predstavlja nedostatak statističkih podataka za određeni broj opština, što može biti ograničenje prilikom procesa izrade prostorno-planske dokumentacije.

Unapređenje vodovodne i kanizacione infrastrukture, uz povećanje efikasnosti postojećih sistema i širenje mreže prečišćavača otpadnih voda, ključno je za ostvarenje održivog i uravnoteženog prostornog razvoja Republike Srpske.

LITERATURA I IZVORI

Izmjena i dopuna Prostornog plana Republike Srpske do 2025. godine (2015). Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju. Banja Luka: Urbanistički zavod.

Mandić, M. (2019). Geografski aspekti ruralnog razvoja. Banja Luka: Geografsko društvo Republike Srpske.

Radulović, J. , Obućinski, D. & Lutovac, D. (2020). The Water Resources Management in Function of Sustainable Development. Zbornik radova sa konferencije „Savremeni izazovi u očuvanju voda“.

Statistički bilten: Gradovi i opštine Republike Srpske (2024). Banja Luka: Republički zavod za statistiku.

Strategija integralnog upravljanja vodama Republike Srpske 2015-2024 (2015). Zavod za vodoprivredu. Vlada Republike Srpske.

PRIMENA GIS-A I KARTOGRAFSKOG METODA U IDENTIFIKACIJI UGROŽENIH PODRUČJA – PRIMER PIO AVALA I KOSMAJ

Nikola Smolović¹

Apstrakt: Erozivni procesi predstavljaju jednu od najvećih pretnji održivom korišćenju prostora, posebno u osetljivim prirodnim celinama kao što su predeli izuzetnih odlika. Rad prikazuje primenu GIS tehnologije i kartografskog metoda u analizi ugroženosti od erozije na primeru prostora PIO Avala i Kosmaj. Primenom višekriterijumske analize (AHP) integrisani su podaci o nagibu terena, geološkoj podlozi, padavinama, načinu korišćenja topografske površine i koeficijentu erozije. Identifikovane su tri zone visoke erodibilnosti: zapadne i južne padine Avale, područje Parcanskog visa i južne padine Kosmaja. U radu su razmatrane prostorno-planerske implikacije identifikovanih rizika i predložene mere zaštite. Rezultati istraživanja imaju praktičnu vrednost u donošenju prostornih planova i očuvanju prirodnih resursa.

Ključne reči: erozija, GIS, kartografski metod, AHP analiza, prostorno planiranje

APPLICATION OF GIS AND CARTOGRAPHIC METHOD IN IDENTIFICATION OF EROSION-PRONE AREAS – CASE STUDY OF PROTECTED LANDSCAPE AREAS AVALA AND KOSMAJ

Abstract: Erosion processes pose a significant threat to sustainable spatial development, especially in sensitive protected areas. This paper presents the application of GIS technologies and cartographic methods in assessing erosion risk in the protected areas (landscape of outstanding features) of Avala and Kosmaj. Through multi-criteria analysis (AHP), factors such as slope, lithology, precipitation, land use and erosion coefficient were integrated. Three erosion-prone zones were identified: western and southern slopes of Avala, Parcanski Vis area, and the southern slopes of Kosmaj. The study discusses the planning implications and suggests protective measures. The findings have practical value for spatial planning and environmental conservation.

Key words: erosion, GIS, cartographic method, AHP analysis, spatial planning

UVOD

Prostorno planiranje predstavlja jedan od ključnih instrumenata održivog razvoja, sa zadatkom da uskladi društveno-ekonomske potrebe i prirodne kapacitete prostora. Identifikacija i analiza erozivnih procesa deo su preventivnog planiranja, posebno u brdsko-planinskim predelima sa izraženom antropogenom transformacijom prostora. Erozija, kao

¹ Student MAS, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, Beograd; E-mail: smolovic.cirko@gmail.com

prirodni i ubrzani geomorfološki proces, sve češće ima izražene posledice usled klimatskih promena, smanjenja vegetacije i neadekvatnog korišćenja zemljišta. U ovom kontekstu, savremeni alati kao što su geografski informacioni sistemi (GIS) i kartografski metod omogućavaju kvantitativnu i prostornu evaluaciju ugroženosti. Istraživanjem su obuhvaćeni predeli izuzetnih odlika Avala i Kosmaj, sa ciljem da se GIS analizom i višekriterijumskim pristupom izdvoje najugroženije zone, vizualizuju procesi i predlože konkretne prostorno-planerske mere za očuvanje prostora. Poseban akcenat stavljen je na integraciju rezultata u proces donošenja prostornih planova područja posebne namene.

METODOLOGIJA

1. *GIS*: Rad se oslanja na integraciju višeslojnih prostornih podataka. Korišćeni su: digitalni model terena (DMT), geološke karte, topografske karte, CORINE podaci o korišćenju topografske površine, klimatološki podaci o padavinama (2019–2023), kao i hidrografska mreža. Softveri korišćeni u obradi su QGIS 3.26.1. i ArcGIS Pro.

2. *Višekriterijumska analiza (AHP)*: Kriterijumi uključeni u analizu su: nagib terena, geološki sastav, padavine, način korišćenja zemljišta (LU/LC) i koeficijent erozije (Z). Za standardizaciju podataka korišćene su metode reklasifikacije, dok su težinski koeficijenti određeni pomoću AHP metode, uz konzistentnu matricu procene i normalizaciju rezultata.

3. *Kartografski metod*: Kartografski metod korišćen je za vizualizaciju svih prostorno-analičkih rezultata. Izrađene su tematske karte nagiba terena, geološke podloge, načina korišćenja topografske površine, padavina, koeficijenta erozije za potrebe analize i konačna karta erodibilnosti.

4. *Terenska istraživanja*: Terenska istraživanja realizovana su u sve tri detektovane zone kako bi se validirali podaci iz GIS modela. Fotografisana su erozivna žarišta, identifikovani aktivni procesi i izvršeno kartiranje erozivnih procesa i oblika.

Istraživanje obuhvata prostor predela izuzetnih odlika Avala i Kosmaj, ukupne površine 451,37 km². Teritorija se prostire kroz četiri opštine (Voždovac, Barajevo, Sopot i Mladenovac) i obuhvata 24 katastarske opštine. U oba područja ustanovljeni su režimi zaštite (I, II i III stepen), a prisutan je intenzivan pritisak vikend-naselja i infrastrukturnih projekata.

EROZIVNI FAKTORI

Faktori erozije analizirani u ovom istraživanju obuhvataju fizičko-geografske i antropogene determinante koje doprinose intenzitetu i prostornoj distribuciji erozivnih procesa.

1. *Nagib terena*: Jedan od osnovnih faktora svih geomorfoloških procesa jeste inicijalni reljef. Kao kriterijum izabran je nagib terena. Ukoliko je nagib padine veći, intenzitet erozije će biti veći, i obrnuto. Na nagnutim površinama odvija se površinska, linijska i fluvijalna erozija, a na ravnim akumulacija nanosa. Smanjenjem nagiba padine brzina oticanja vode se smanjuje, i obrnuto.

Najveću površinu zauzimaju tereni sa nagibom od 5° do 10° i oni sa nagibom ispod 5°. Jako nagnuti tereni zauzimaju veoma malu površinu (ispod 1%), što ukazuje da je istraživani prostor relativno ravan. Najnagnutiji tereni su planine Avala i Kosmaj, kao i doline Guberevačke reke, Topčiderske reke, Prutena i Bubanjski potoka.

2. *Geološki sastav*: Geološki sastav terena je jako važan modifikator erozivnih procesa. Na istraživanom prostoru su od visoko erodibilnih stena prisutna aluvijalna zemljišta oko rečnih tokova (Topčiderska reka, Rajla, Lug, Savušnica), proluvijalno - deluvijalna zemljišta (zapadne padine Kosmaja) i laporovite gline (zapadne obale Bele reke, sliv Topčiderske reke). Od srednje erodibilnih stena prisutni su laporci, glinci i alevroliti (severne padine Kosmaja), fliš (Guberevačke šume, južne padine Kosmaja) i pesčari. Stene najotpornije na eroziju su serpentiniti. Oni se rasprostiru oko Bubanjskog potoka, na istočnim i jugoistočnim padinama Avale i u manjoj meri u ataru Velike Ivanče. Pored njih, prisutni su i krečnjaci u dolini Topčiderske reke i u Kumodražu. Prisustvo lako erodibilnih stena poput fliša, lesnih nanosa i laporaca uslovljava povećanu ranjivost. Na Kosmaju i Avali ovi materijali se javljaju u kombinaciji sa slabo razvijenim zemljištem.

3. *Način korišćenja topografske površine*: Način korišćenja topografske površine ima značajan uticaj na erozivne procese, jer različite aktivnosti na zemljištu utiču na njihov intenzitet, rasprostiranje i dejstvo na podlogu. Poljoprivredne površine povećavaju rizik od erozije usled gubitka vegetacijskog pokrivača i česte obrade tla, što dovodi do povećanog površinskog oticanja. Sa druge strane, šumske površine, zahvaljujući korenovom sistemu, usporavaju protok vode i stabilizuju zemljište, čime smanjuju eroziju. Urbanizacija, međutim, značajno doprinosi eroziji kroz kreiranje nepropusnih površina kao što su asfalt i beton, koji ubrzavaju površinsko oticanje i smanjuju infiltraciju vode.

Na istraživanom prostoru najveći udeo imaju poljoprivredne površine (29,8%), zatim prirodna vegetacija koja se koristi za poljoprivrednu proizvodnju (22,6%), širokolisne šume (21,6%), oranice (11,1%) i urbano tkivo (8,9%). Ovakva struktura pogoduje razvoju i intenziviranju erozivnih procesa.

4. *Padavine*: Padavine su jedan od ključnih faktora u procesima erozije, jer njihov intenzitet, trajanje i raspodela direktno utiču na količinu površinskog oticanja i mehaničko delovanje vode na tlo. U područjima kao što su Avala i Kosmaj, erozivni procesi su posebno izraženi na obradivim površinama i građevinskim zonama gde nepostojanje odgovarajućih drenažnih sistema doprinosi intenzivnom površinskom oticanju i povećanom transportu materijala u vodotokove.

Na istraživanom prostoru nalazi se jedna meteorološka stanica u opštini Sopot (214 m). Za potrebe analize klime ovog prostora korišćeni su podaci sa još pet meteoroloških stanica u neposrednoj blizini – Surčin, Smederevska Palanka, Bukulja, Košutnjak i Beograd (opservatorija). Iako srednje vrednosti padavina ne odstupaju značajno od proseka za Šumadiju, sezonske oscilacije stvaraju uslove za bujične tokove.

5. *Koeficijent erozije (Z)*: Koeficijent erozije sliva, zasnovan na Gavrilovićevom obrascu, predstavlja važan alat u proceni područja ugroženih erozijom. Ovaj koeficijent integriše različite fizičke i klimatske faktore kao što su nagib terena, tip zemljišta i pokrivač što omogućava tačnu i kvantitativnu procenu potencijala erozije u određenom slivu.

$$Z = Y * X * (\varphi + \sqrt{I}), \text{ gde je:}$$

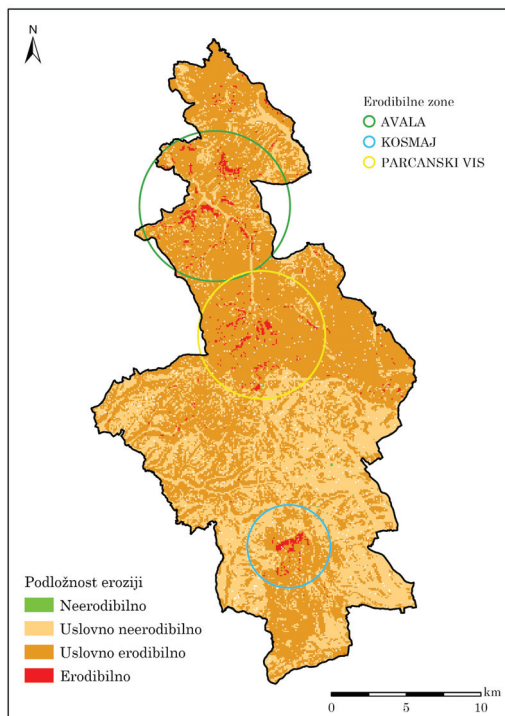
Y – koeficijent otpora zemljišta na eroziju; X – koeficijent zaštićenosti zemljišta od erozije; φ – vid erozije; I – srednji pad sliva, koji se dobija po obrascu: $I = (H \times L) / F$, gde je: H – ekvidistanca dve izohipse, L – dužina svih izohipsi, F – površina sliva (km²).

Za potrebe određivanja koeficijenta erozije izdvojeno je šest subslivova.

Tabela 1 - Koeficijent erozije subslivova (Z)

Subsliv	Površina (km ²)	Udeo (%)	Z
Topčiderska reka	97,09	21,51	0,35
Ralja	62,22	13,78	0,35
Bolečica	36,85	8,16	0,28
Lug	100,19	22,20	0,17
Beljanica	89,44	19,82	0,25
Turija	26,21	5,81	0,17
Milatovica	39,37	8,72	0,27

REZULTATI



Karta 1 - Erodibilnost terena

Na osnovu višekriterijumske analize i kombinovanjem pet ključnih faktora izvršena je GIS klasifikacija prostora prema stepenu erodibilnosti. Dobijene su tri najerodibilnije zone: Avala, Parcanski vis i Kosmaj.

ZONA AVALA: Obuhvata zapadne i južne padine Avale, koje se odlikuju značajnim nagibima, izraženom antropogenom transformacijom pejzaža i specifičnim litološkim sastavom. Najizraženiji procesi su površinska i linijska erozija, sa mestimičnim razvojem klizišta i odrona, naročito u slivovima Bele i Topčiderske reke. Prisustvo brojnih staza i urbanih zona dovodi do smanjenja vegetacionog pokrivača, dok neadekvatna drenaža pogoduje formiranju vododerina. Iako su rečni tokovi na ovom prostoru relativno malih dimenzija i nemaju veliku transportnu moć, značajno utiču na formiranje geomorfoloških oblika. U dolini Prečice, pritoke Topčiderske reke, primećeni su procesi odronjavanja i kliženja zemljišta (Sl. 2) koji su aktivniji nakon većih padavina. Ova zona zahteva hitnu sanaciju i prostorno regulisanje kako bi se sačuvala prirodne i turističke vrednosti Avale.

ZONA PARCANSKI VIS: Parcanski vis, identifikovan kao druga erozivna zona, predstavlja prostor sa izrazito nepovoljnim morfološkim karakteristikama koje pogoduju razvoju erozivnih procesa. Posebno je izražena erozija na strmim padinama, gde se usled visokog nagiba i nedovoljne vegetacione zaštite javljaju različiti oblici površinskog i dubinskog spiranja zemljišta. Najprisutniji oblik erozije u ovoj zoni je linijska erozija, koja se najjasnije uočava na otvorenim površinama, gde je usled intenzivnog površinskog oticanja vode došlo do odnošenja humusnog sloja.



Sl. 1 - Utvrđeno korito reke

Sl. 2 - Kliženje tla

Na pojedinim mestima, posebno na delovima sa labavijom podlogom i rastresitim sedimentima, dolazi do formiranja jaruga, što ukazuje na napredovanje erozivnih procesa u dubinu. Ove jaruge su neretko povezane sa privremenim vodotocima koji dodatno produbljuju i šire kanalisane erozivne oblike.

U nižim delovima terena uočeni su znaci nagomilavanja materijala, što svedoči o procesu gravitacionog transporta rastresitih sedimenata sa viših delova padina. Pored toga, na strmijim delovima terena primećeni su manji odroni zemljišta, što ukazuje na nestabilnost podloge i postupno klizanje materijala niz padine.

ZONA KOSMAJ: Južne i jugozapadne padine Kosmaja predstavljaju prostor sa izraženim

erozivnim procesima, pre svega usled geomorfoloških karakteristika, tipa zemljišta, klime i načina korišćenja zemljišta. Ovaj deo Kosmaja obuhvata blago zatalasane terene do strmih padina, gde su geološki sastav i klimatski uslovi značajno uticali na intenzitet erozije. Južne i jugozapadne padine Kosmaja izgrađene su od lesnih nanosa, laporaca, peščara i flišnih sedimenata, što ih čini veoma podložnim površinskoj i dubinskoj eroziji. Lesna zemljišta su posebno osetljiva jer lako gube čvrstinu u kontaktu sa vodom, što doprinosi jaružanju. Prisutno je površinsko i linijsko oticanje što za posledicu ima spiranje humusnog sloja zemljišta. Kako se radi o šumskim formacijama, linijska erozija (jaružanje) je dominantan proces jer se radi o velikim nagibima terena. Neke površine su usled deforestacije i spiranja zemljišta gotovo potpuno ogoljene. Kosmajski potoci imaju bujični karakter što znači da posle većih padavina intenziviraju svoje erozivno dejstvo i često se izlivaju. Zbog toga su neki tokovi kanalisani (Sl. 1).

PROSTORNO-PLANERSKE IMPLIKACIJE

Istraživani prostor obuhvata različite morfološke i erozivne zone. Ovaj prostor je podložan značajnim erozivnim procesima, posebno u delovima sa strmim nagibima, nepovoljnom litološkom podlogom i nekontrolisanom urbanizacijom. Urbani razvoj, naročito ekspanzija vikend naselja, utiče na prostornu organizaciju, menja prirodnu dinamiku erozije i stvara nove rizike. S obzirom da ovaj prostor postaje sve atraktivniji i privlači sve više ljudi i investitora, trebalo bi posebnu pažnju posvetiti očuvanju prirodne sredine, pogotovo imajući u vidu da je ceo istraživani prostor proglašen predelom izuzetnih odlika.

S obzirom na trendove u razvoju ovog područja, moguće je razmotriti tri scenarija budućeg prostornog razvoja u kontekstu erozivnih procesa: 1. zadržavanje postojećeg stanja, 2. sanacija i održivo upravljanje i 3. pogoršanje stanja.

Tabela 2 - Aspekti prostora po scenarijima

Aspekti prostora	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Poljoprivreda	↘	↗	↘↘
Turizam	↘	↗↗	↘↘
Infrastruktura	↘	↗	↘↘
Stabilnost terena	↘	↗	↘↘
Kvalitet ž. sredine	↘	↗↗	↘↘
Vrednost zemljišta	↘	↗↗	↘↘
Privreda	↘	↗	↘↘

ZAKLJUČAK

Prostorno planiranje predstavlja jedan od najvažnijih instrumenata u očuvanju i unapređenju prostora, posebno u kontekstu zaštite prirodnih resursa i sprečavanja degradacije zemljišta. U ovom radu analizirana je uloga prostornog plana u zaštiti od erozije i očuvanju prirodnih područja, na primeru područja Avale i Kosmaja. Takođe, odrađena je metodološka analiza ove problematike kao primer kako ovoj temi može da se pristupi u budućim radovima. Ovo područje predstavlja značajan prirodni i kulturni resurs, ali je istovremeno izloženo rizicima kao što su nekontrolisana urbanizacija, devastacija zemljišta i nedovoljno sprovođenje mera zaštite. Iako PPPN predela izuzetnih odlika Avala – Kosmaj sadrži mere zaštite, analiza je pokazala da su one uglavnom deklarativnog karaktera, bez jasnih mehanizama implementacije i praćenja. Nedostatak preciznih analiza, poput kartiranja najugroženijih zona, ograničava efikasnost predloženih mera i ostavlja prostor za dalju degradaciju. U Srbiji je ovaj problem sistemski – prostorno planiranje često ne uključuje sveobuhvatnu analizu rizika i ne sprovodi odgovarajuće mere zaštite u praksi, što dovodi do ozbiljnih posledica po životnu sredinu.

U budućnosti, neophodno je revidirati postojeće prostorno-planske dokumente i osnažiti njihovu primenu kroz jasne mehanizme monitoringa i kontrole. Institucije nadležne za prostorno planiranje moraju raditi na unapređenju metodologija analize prostora, korišćenju savremenih tehnologija poput GIS-a za predviđanje ugroženosti, kao i uključivanju šire javnosti i stručne zajednice u procese donošenja odluka.

Ako se nastavi trend neplanskog širenja gradnje i nekontrolisane eksploatacije prirodnih resursa, područje Avale i Kosmaja može izgubiti svoje najvrednije karakteristike. Ovo je upozorenje da se prostorno planiranje mora tretirati kao strateški alat za dugoročnu zaštitu životne sredine, a ne samo kao administrativna procedura. Samo kroz odgovorno upravljanje i efikasnu implementaciju mera zaštite možemo osigurati očuvanje ovih prostora za buduće generacije.

LITERATURA

Đorđević, P., Jovanović, V., & Cvetković, V. (2000). *Primenjena geologija*. Univerzitetska štampa.

Geološki zavod SFRJ. (n.d.). *Osnovna geološka karta SFRJ – listovi Beograd, Smederevo, Pančevo i Obrenovac (1:100.000)*. Geološki zavod.

Lazarević, R. (2000). *Geomorfologija*. Banja Luka: Prirodno-matematički fakultet.

Marković, J. (1966). Geografske oblasti SFRJ. Beograd: Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije.

Marković, J., & Pavlović, M. (1995). Geografske oblasti Jugoslavije. Beograd: Savremena administracija.

Republički hidrometeorološki zavod Srbije. (2020-2024). Klimatološki godišnjak za 2019.,2020.,2021.,2022. i 2023. godinu. Preuzeto sa <https://www.hidmet.gov.rs>

Vojnogeografski institut. (1972). Topografska karta 1:25000, listovi: 429-4-4, 430-3-1, 430-3-3, 479-2-2, 480-1-1, 480-1-2, 430-3-4, 429-4-2, 429-2-4, 430-1-3.

PERSPEKTIVE ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE U RASADNIČKOJ PROIZVODNJI KROZ PRIMENU EKOLOŠKI PRIHVATLJIVIH SUPSTRATA

Kristina Đorđević¹, Dragana Skočajić², Marija Nešić³,
Ivana Bjedov⁴, Danijela Đunisijević-Bojović⁵, Filip Maksimović⁶

Apstrakt: Tresetišta predstavljaju jedinstvene ekosisteme bogate ugljenikom, rasprostranjene skoro u svim zemljama na planeti i kao takvi čine najveća skladišta ugljenika na kopnu. Nastanak treseta vezuje se za akumulaciju organske materije pri anaerobnim uslovima, što ova staništa čini jednim od najosetljivijih ekosistema na klimatske promene. Ovakvi ekosistemi su važan faktor za ublažavanje prirodnih nepogoda, filtriranje i skladištenje vode. Ujedno, treset formira supstrat pogodnih fizičkih i hemijskih karakteristika što predstavlja glavni razlog upotrebe kao tradicionalnog supstrata za gajenje biljaka u rasadničkoj proizvodnji. Posledice degradacije tresetnih ekosistema i klimatske promene ukazuju da je pronalazak održivih rešenja za korišćenje treseta u hortikulturi od globalnog značaja za očuvanje biodiverziteta ovakvih staništa. Cilj rada je pronalaženje supstrata koji bi uspešno zamenio upotrebu treseta u proizvodnji *Hydrangea macrophylla* i doprineo razvoju održive rasadničke proizvodnje. U pejzažnoj arhitekturi velikolisna hortenzija se koristi za ornamentalne svrhe, ali ima veliki potencijal za remedijaciju zemljišta i adaptibilna je na abiotičke uslove. Ogled je sproveden u rasadniku Šumarskog fakulteta, činilo ga je 9 tretmana vrste *Hydrangea macrophylla*. Alternativni supstrati 2 (treset 30%, borova kora 50%, humus 10%, glistenjak 10%) i 3 (kompostni supstrat 50%, borova kora 30%, pesak 10%, vermikulit 10%) pokazali su se kao najbolja zamena za treset, iako su zabeleženi nedostaci u razvoju korenovog sistema. Rezultat ukazuje na mogućnost dobijanja ekološki prihvatljivog rešenja za gajenje hortenzije, što je od izuzetne važnosti za smanjenje upotrebe treseta u hortikulturi i očuvanje vlažnih staništa u regionu.

Ključne reči: *Hydrangea macrophylla*; treset; supstrat; vlažna staništa; ekološki prihvatljiv

¹ Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, Srbija, kristina.djordjevic@sfb.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0001-4765-7136

² Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, Srbija, dragana.skocajic@sfb.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-1950-1345

³ Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, Srbija, marija.nesic@sfb.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-6019-7683

⁴ Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, Srbija, ivana.bjedov@sfb.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-5354-6945

⁵ Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, Srbija, danijela.djunisijevic-bojovic@sfb.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-4926-0319

⁶ Univerzitet u Beogradu - Institut za multidisciplinarna istraživanja, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, Srbija, filip.maksimovic@imsi.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0004-4434-454X

PERSPECTIVES OF ENVIRONMENTAL PROTECTION IN NURSERY PRODUCTION THROUGH THE USE OF ENVIRONMENTALLY ACCEPTABLE SUBSTRATES

Abstract: Peatlands serve as unique ecosystems rich in carbon, distributed in almost all countries on the planet and as such represent the largest carbon reservoirs on land. The formation of peat is related to the accumulation of organic matter under anaerobic conditions, which makes these habitats one of the most sensitive ecosystems to climate change. Such ecosystems are an important factor for mitigating natural disasters, filtering and storing water. At the same time, peat forms a substrate with suitable physical and chemical characteristics, which is the main reason for its use as a traditional growing substrate in nursery production. The consequences of the degradation of peat ecosystems and climate change indicate that finding sustainable solutions for peat use in horticulture is of global importance for the preservation of the biodiversity of such habitats. The aim of this research is to find a substrate that would successfully replace the use of peat in the production of *Hydrangea macrophylla* and contribute to the development of sustainable nursery production. In landscape architecture, large-leaved hydrangea is used for ornamental purposes, but it has great potential for soil remediation and is adaptable to abiotic conditions. This research was conducted in the nursery of the Faculty of Forestry, and it consisted of 9 treatments of *Hydrangea macrophylla* species. Alternative substrates 2 (peat 30%, pine bark 50%, humus 10%, vermicompost 10%) and 3 (compost 50%, pine bark 30%, sand 10%, vermiculite 10%) proved to be the best substitute for peat, although deficiencies in root system development were noted. The result indicates the possibility of obtaining an ecologically acceptable solution for growing hydrangea, which is extremely important for reducing the use of peat in horticulture and preserving wetland habitats in the region.

Key words: *Hydrangea macrophylla*; peat; substrate; wetland areas; ecologically acceptable

UVOD

Zabrinutost zbog klimatskih promena na globalnom nivou prouzrokovala je razvoj inicijativa za smanjenje emisije ugljen-dioksida (CO₂) i povećanje njegove sekvencije. Evropski zakon o klimi obavezuje zemlje članice Evropske Unije na smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte za 55% do 2030. godine i postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine (European Parliament & Council of the European Union, 2021). Jedan od ključnih segmenata za postizanje ovih ciljeva je redukovanje degradacije tresetnih ekosistema radi proizvodnje fosilnih goriva i eksploatacije treseta.

Niska pH vrednost, mala zapreminska gustina, spora brzina degradacije, relativno visok kapacitet adsorpcije katjona (CEC) i dobar balans vazduha i vode, osnovni su razlozi za korišćenje treseta kao tradicionalnog supstrata za gajenje različitih biljnih kultura. Poslednjih godina eksploatisani treset trpi porast cena zbog kompleksnosti proizvodnog ciklusa koji prethodi prodaji i globalnih dešavanja koja direktno utiču na njegovu dostupnost, što rasadničarima stvara veći rashod nego ranije. Kako tresetišta nastaju akumulacijom biljnog detritusa pri anaerobnim uslovima, izmene uslova sredine usled klimatskih promena neposredno utiču na rezilijentnost ovih ekosistema (Craft, 2015).

Porast ekološke svesti tokom 21. veka, doprinela je potrazi za alternativnim, visokokvalitetnim i jeftinim supstratima za zamenu treseta, delimično ili u potpunosti (Fascella, 2015). U evropskoj hortikulturi izazov za smanjenje upotrebe treseta je prepoznat, te su mnoge zemlje ratifikovale ciljeve za održivo smanjenje upotrebe treseta (Hirschler & Osterburg, 2022). Predviđeno je da će potražnja za supstratima značajno beležiti rast u narednim decenijama (Blok et al., 2021). Ekološki prihvatljivi supstrati, pored minimalnog negativnog uticaja na okolinu treba da poseduju prilagodive i povoljne fizičke i hemijske karakteristike za gajenje hortikulturnih vrsta.

Cilj ovog rada je pronalaženje alternativnih supstrata, mešavine više komponenti, koje bi uspešno zamenile upotrebu treseta u rasadničkoj proizvodnji hortenzije. Pored mogućnosti smanjenja troškova proizvodnje, na ovaj način bi se posebno doprinelo očuvanju tresetnih ekosistema i njihovog biodiverziteta. Jedan od ciljeva ovog rada je podizanje ekološke svesti stanovnika i podsticaj da se u Republici Srbiji uvede legislativa koja će regulisati načine, količinu korišćenja i distribuciju treseta u našoj zemlji.

MATERIJAL I METOD RADA

Biljni materijal i opis ogleda

Hortenzija je jedna od najpopularnijih ukrasnih biljaka koje se koriste za dekoracije i cvetne aranžmane, ali i za potrebe pejzažne arhitekture zbog svojih upadljivih cvetova različitih veličina, boja i oblika (OrozcoObando et al., 2005). Istraživanje grupe naučnika (Huan et al., 2024) pokazuje da je vrsta *H. macrophylla* pogodna za fito-stabilizaciju kadmijuma i remedijaciju kadmijumom zagađenih zemljišta. Hortenzija ima habitus uspravnog listopadnog žbuna koji najbolje uspeva u uslovima delimične senke, na bogatom, umerenom, dobro dreniranom zemljištu.

Za ogled su korišćene ožiljene reznice vrste *Hydrangea macrophylla* u stiropornim set kontejnerima pripremljene za dalje gajenje. Proizvedena je vegetativnim putem (ožiljavanjem reznica) u rasadniku "Teodora", koji se nalazi u Bariču. Ogled je postavljen prema modifikovanoj metodologiji Kingston et al. (2020) 5 biljaka po tretmanu u saksijama zapremine 1l. Ožiljenice hortenzije posađene su u 9 različitih supstrata (Tabela 1). Ukupno je postavljeno 45 sadnica hortenzije i 9 kontrolnih saksija u kojima se nalazi po jedan tretman. Ogled je bio postavljen od početka juna do kraja avgusta 2024. godine u prodajnom delu rasadnika Šumarskog fakulteta, koji se nalazi na 120 m nadmorske visine, u Beogradu. Na području opštine Čukarice zastupljeni su uslovi umereno-kontinentalne klime.

Biljke su postavljene u uslove zasene, koju stvaraju krošnje drveća. Zalivane su 2-3 puta nedeljno, u zavisnosti od temperature vazduha i količine padavina.

Tabela 1. Pregled tretmana korišćenih u ogledu

Hydrangea macrophylla	
Tretaman	Opis tretmana
1.	Treset (kontrola)
2.	Treset 30%, borova kora 50%, humus 10%, glistenjak 10%
3.	Kompostni supstrat 50%, borova kora 30%, pesak 10%, vermikulit 10%
4.	Kompostni supstrat 50%, borova kora 40%, vermikulit 10%, hidrogel 5g
5.	Kompostni supstrat 50%, borova kora 50%, hidrogel 5g
6.	Kompostni supstrat 40%, borova kora 30%, kokosov treset 30%, hidrogel 5g
7.	Borova kora 60%, kokosov treset 30%, glistenjak 10%, hidrogel 5g
8.	Borova kora 60%, kokosov treset 30%, humus 10%
9.	Borova kora 50%, humus 20%, glistenjak 20%, vermikulit 10%

Ispitivanje alokacije biomase i alokacije resursa

Kako bi se ispitala alokacija biomase i alokacija resursa, na kraju ogleda izmerene su (na analitičkoj vagi tačnosti 0,001 g) suve mase celih biljaka i njihovih pojedinačnih vegetativnih organa (koren, stablo, list).

Za dovođenje dobijenih masa u različite odnose korišćene su sledeće formule (Nešić, 2017):

$$A / B = B_n / B_p$$

$$NMF = B_n / B * 100$$

$$PMF = B_p / B * 100$$

gde je A/B – odnos biomase nadzemnog i biomase podzemnog dela biljke (g/g), NMF – maseni udeo nadzemnog dela biljke (%), PMF – maseni udeo podzemnog dela biljke (%), B – suva biomasa cele biljke, B_n – suva biomasa nadzemnog dela, B_p – suva biomasa podzemnog dela.

Na osnovu odnosa biomase nadzemnog i biomase podzemnog dela biljke (A/B) dobijeni su podaci o alokaciji biomase ispitivanih biljaka, dok su na osnovu masenih udela nadzemnog (NMF), podzemnog (PMF) dela biljke dobijeni podaci o alokaciji resursa.

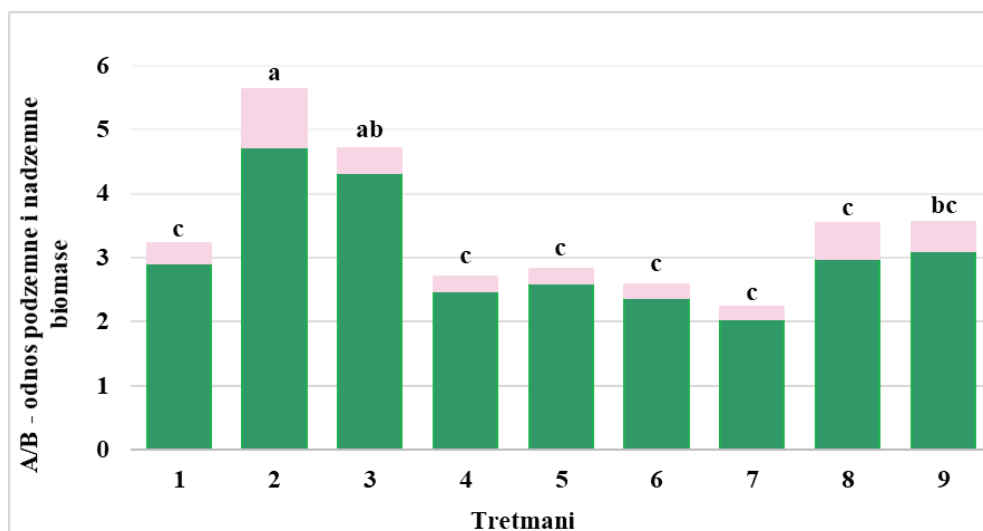
Dobijeni rezultati analizirani su deskriptivnom statistikom i jednofaktorijskom analizom varijanse (ANOVA). Za izvođenje statističke analize korišćen je statistički softver STATGRAPHICS Centurion (Statpoint Technologies, Inc., Warrenton, VA, USA)

REZULTATI

Izmereni su i statistički obrađeni sledeći parametri: A/B, NMF, PMF, B, B_p i B_n. Uz pomoć njih ispitane su alokacije biomase i alokacije resursa ove vrste.

A/B – odnos podzemne i nadzemne biomase

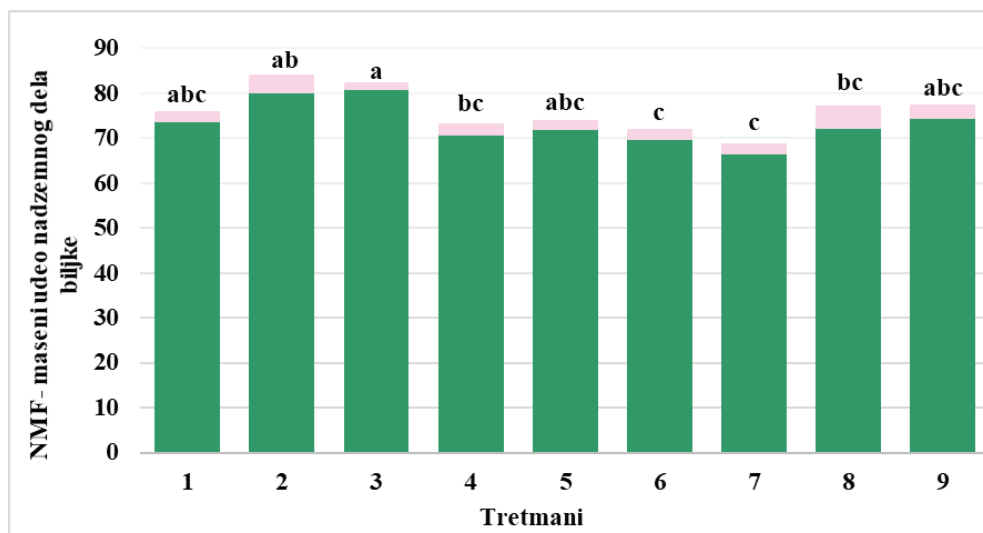
Parametar A/B predstavlja odnos podzemne i nadzemne biomase vrste *Hydrangea macrophylla*. Najveći indeks vrednosti zapažamo kod 2. tretmana (4,72%) i 3. tretmana (4,33%). Najmanji indeks vrednosti imao je 7. tretman (2,05%) (grafikon 1). Statistički značajne razlike su postojeće između ovih 9 tretmana što se uočava iz vrednosti *p* (*p-value*) koja je manja od 0,05.



Grafikon 1. Odnos podzemne i nadzemne biomase za 9 tretmana vrste *H. macrophylla*

NMF – maseni udeo nadzemnog dela biljke

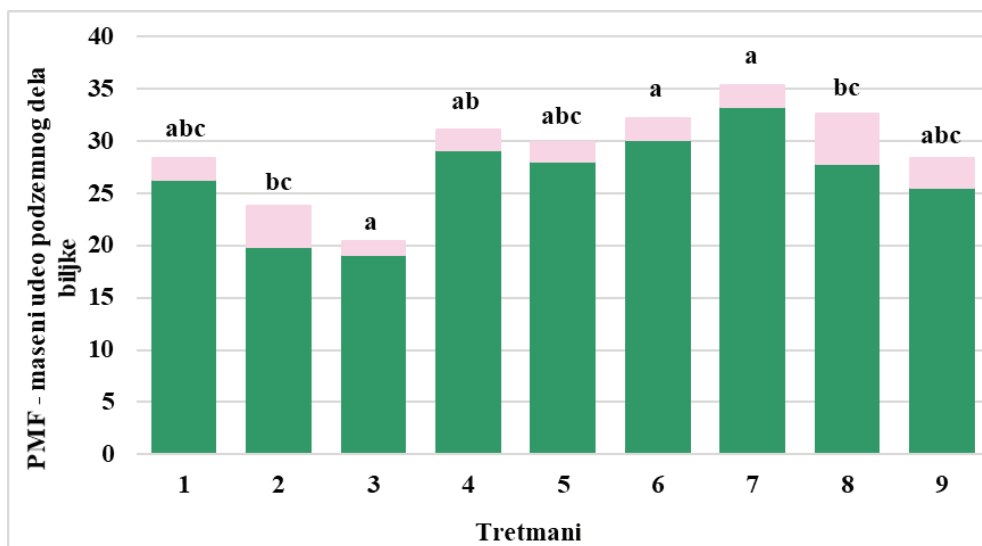
Ovaj parametar predstavlja maseni udeo nadzemnog dela biljke (izražen u %) za vrstu *H. macrophylla*. Najveći indeks vrednosti (NMF) dali su sledeći tretmani: 3. tretman (80,86%) i 2. tretman (80,11%). Zapaža se da najmanji indeks vrednosti (NMF) u 7. tretmanu (66,7%) (grafikon 2). Svi ostali tretmani imaju indeksne vrednosti (NMF) između 69,89% i 80,11%. Maseni udeo nadzemnog dela biljke se statistički značajno razlikuje u ovih 9 tretmana ($p < 0,05$).



Grafikon 2. Maseni udeo nadzemnog dela biljke (NMF) za 9 tretmana vrste *H. macrophylla*

PMF – maseni udeo podzemnog dela biljke

Indeksi vrednosti (PMF) predstavljaju maseni udeo podzemnog dela biljke *H. macrophylla*, koji su prikazani na grafikonu 3. Najveći indeks vrednosti masenog udela podzemnog dela biljke za ovu vrstu zapažen je u 7. tretmanu (33,3%). Najmanji indeks vrednosti za ovaj parametar utvrđen je kod 3. (19,14%) i 2. tretmana (19,89%) (grafikon 3). Statistički značajna razlika je postojeća između ovih 9 tretmana što se uočava iz vrednosti p (p -value) koja je manja od 0,05.



Grafikon 3. Maseni udeo podzemnog dela biljke (PMF) za 9 tretmana vrste *H. macrophylla*

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima ukazuju na postojanje statistički značajne razlike, za nivo značajnosti $p < 0,05$.

DISKUSIJA

Istraživanje o primeni ekološki prihvatljivih supstrata u rasadničkoj proizvodnji hortenzije (*H. macrophylla*) pokazalo je značajne rezultate koji se odnose na efikasnost ovih mešavina u zameni treseta, uz očuvanje fizičkih i hemijskih karakteristika potrebnih za optimalan rast biljaka. Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da određeni alternativni supstrati mogu uspešno zameniti treset.

Jedan od ključnih parametara u ovom istraživanju bio je odnos podzemne i nadzemne biomase (A/B), koji je značajno niži kod biljaka gajenih u 7. supstratu (borova kora 60%, kokosov treset 30%, glistenjak 10%, hidrogel 5g). Ovaj rezultat ukazuje da su ove biljke imale niži razvoj korenovog sistema u poređenju sa gajenim u tradicionalnom supstratu, što može biti posledica specifičnih fizičkih karakteristika mešavine koja nije u potpunosti pružila idealne uslove za razvoj korena. Kod parametra koji se odnosi na maseni udeo nadzemnog dela biljke (NMF) i maseni udeo podzemnog dela biljke (PMF) najbolje rezultate daju 2. (treset 30%, borova kora 50%, humus 10%, glistenjak 10%) i 3. (kompostni supstrat 50%, borova kora 30%, pesak 10%, vermikulit 10%) supstrat, dok je najniža vrednost kod

biljaka u 7. supstratu (borova kora 60%, kokosov treset 30%, glistenjak 10%, hidrogel 5g). Ovo ukazuje da alternativni supstrati favorizuju rast nadzemnih delova biljke, dok u isto vreme smanjuju intenzivnost razvoja korenovog sistema.

U istraživanju koje je sprovedeno u Misisipiju (Tongyin et al., 2019), merene su suve mase cele biljke, kao i pojedinačne suve mase vegetativnih organa: korena, stabla i lista za vrstu *H. macrophylla*. Konstatovano je da su najveću suhu masu po biljci imali listovi, u odnosu na druge merene vegetativne delove biljaka. Isti rezultat dobijen je u ovom radu. Razlika u odnosu na naše istraživanje je da je u ovom radu masa nadzemnog dela u odnosu na podzemni deo bila izraženija kod biljaka gajenih u alternativnim supstratima, što može ukazivati na promene u načinu distribucije resursa i energije unutar biljaka.

U radu koji se bavio procenom upotrebe sveže slame miskantusa kao supstrata (Pancerz et al., 2023) za gajenje u rasadničkoj proizvodnji vrsta *Sedum spectabile* 'Stardust' i *Hydrangea arborescens* 'Annabelle' naučnici su takođe koristili treset kao supstrat. Došli su do zaključka da je broj listova, širina, dužina i površina listova za obe biljne vrste najveća kada se one gaje u tresetu. Ovaj zaključak se donekle razlikuje od naših rezultata koji su pokazali da su alternativni supstrati uprkos nižem razvoju korenovog sistema omogućili zadovoljavajući rast nadzemnih delova biljaka.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja o primeni ekološki prihvatljivih supstrata u rasadničkoj proizvodnji *H. macrophylla*, može se reći da alternativne mešavine supstrata, kao što su supstrati 2. i 3. mogu uspešno zameniti treset u gajenju ove vrste. Iako su uočeni određeni nedostaci u razvoju korenovog sistema kod biljaka gajenih u ovim supstratima, rast nadzemnih delova biljaka bio je zadovoljavajući, te ovi rezultati ukazuju na potencijal mešavina za upotrebu u održivoj proizvodnji. Korišćenje ekološki prihvatljivih supstrata predstavlja korak ka smanjenju upotrebe treseta, što je od ključne važnosti za očuvanje vlažnih staništa, smanjenje emisije ugljen-dioskida i očuvanje biodiverziteta.

Posebnu važnost za budućnost hortikulturne proizvodnje, kako u Republici Srbiji, tako i na globalnom nivou, ima potreba za uvođenjem adekvatne legislative koja bi regulisala smanjenje eksploatacije treseta i njegovu upotrebu za različite svrhe. Uvođenjem zakonodavnih mera koje bi ograničile korišćenje treseta, naročito u zemljama koje poseduju velike površine vlažnih staništa, doprinelo bi smanjenju negativnih, antropogenih uticaja na ovakve ekosisteme. Zakone bi trebalo uskladiti sa evropskom zelenom agendom, koja promovise održivu poljoprivredu i smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte, obavezujući zemlje članice Evropske Unije na postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine.

Iako je Srbija poznata po svojoj rasadničkoj tradiciji, od velike je važnosti participacija svih zainteresovanih strana u proces pronalaženja ekološki prihvatljivih supstrata. Edukacija i informisanje proizvođača mogu značajno doprineti daljem unapređenju rasadničke proizvodnje u našoj zemlji. Na ovaj način, asortiman biljaka namenjen izvozu bio bi još konkurentniji na globalnom tržištu, smanjili bi se troškovi proizvodnje, čime bi se ujedno postigla veća ekonomska efikasnost. Sve ovo bi imalo pozitivan uticaj na globalnom nivou, stvaranjem novih tržišta za alternativne supstrate tresetu i biljke koje su gajene u ekološki prihvatljivim supstratima (peat-free market).

Kako bi se ovi ciljevi ostvarili neophodno je nastaviti sa istraživanjima na polju održivog rasadničarstva, ali istovremeno raditi na formiranju inicijativa za usklađivanje sa zelenom agendom i uključivanje ove oblasti u zakonodavne okvire Republike Srbije. Pomenute aktivnosti bi doprinele razvoju cirkularne ekonomije, u skladu sa ciljevima zaštite životne sredine, moglo bi imati pozitivne efekte na očuvanje prirodnog bogatstva Srbije.

LITERATURA

Blok, C., Eveleens, B. & van Winkel, A. (2021). Growing media for food and quality of life in the period 2020–2050. *Acta Horticulturae*, 1305, 341–355. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1305.46>

Craft, C. (2015). *Creating and restoring wetlands – From Theory to Practice*. Second Edition. Indiana: Elsevier.

European Parliament & Council of the European Union. (2021). Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 on establishing the climate law of the European Union and amending Regulation (EU) No 525/2013. Luxembourg: Official Journal of the European Union.

Fascella, G. (2015). Growing Substrates Alternative to Peat for Ornamental Plants. *InTech Publication*, <http://dx.doi.org/10.5772/59596>

Hirschler, O., & Osterburg, B. (2022). Peat extraction, trade and use in Europe: a material flow analysis. *Mires and Peat*, 28, 24–27. DOI: 10.19189/MaP.2021.SNPG.StA.2315

Huan, C., Huiqi, Z. & Bing, Z. (2024). Exploring the remediation potential of *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. in cadmium-contaminated soil by comparing cultivars and seedling age. *Environmental Technology & Innovation*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103474>

Kingston, P. H., Scagel, C. F., Bryla, D. R. & Strik, B. C. (2020). Influence of Perlite in Peat- and Coir-based Media on Vegetative Growth and Mineral Nutrition of Highbush Blueberry. *HortScience*, 55, 1–6. DOI: 10.21273/HORTSCI14640-19

Nešić, M. (2017). *Biologija i ekologija invazivne vrste Acer lanceolatus WILLD. COMPLEX*. Doktorska disertacija. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.

Orozco-Obando, W., Hirsch, G.N. & Wetzstein, H.Y. (2005). Genotypic variation in flower induction and development in *Hydrangea macrophylla*. *HortScience*, 40, 1695–1698. DOI: 10.21273/HORTSCI.40.6.1695

Pancerz, M., Czaplicka, M. & Babelewski, P. (2023). Assessment of Fresh Miscanthus Straw as Growing Media Amendment in Nursery Production of *Sedum spectabile* 'Stardust' and *Hydrangea arborescens* 'Annabelle'. *MDPI Plants* 2023, 12, 1639. DOI:10.3390/plants12081639

Tongyn, L., Guihong, B., Harkess, R., Denny, G. & Scagel, C. (2019). Nitrogen Fertilization and Irrigation Frequency Affect *Hydrangea* Growth and Nutrient Uptake in Two Container Types. *HortScience*, 54, 167–174. DOI: 10.21273/HORTSCI13513-18

POBOLJŠANJE KVALITETA VAZDUHA U NOVOM SADU: ULOGA ZELENIH KROVOVA I BICIKLISTIČKIH STAZA U KAMPUSU UNIVERZITETA U NOVOM SADU

Ana Ristić¹, Sara Ristić², Saša Ristić³

Apstrakt: Zagađenje vazduha predstavlja jedan od ključnih ekoloških izazova u Novom Sadu, pri čemu saobraćaj, industrijska postrojenja i nedostatak zelene infrastrukture doprinose visokom nivou emisije ugljen-dioksida (CO₂) i drugih zagađujućih materija. Kampus Univerziteta u Novom Sadu, kao značajan urbani prostor sa velikim brojem korisnika, suočava se sa brojnim izazovima. Ovaj rad analizira potencijal implementacije biciklističkih staza i zelenih krovova u okviru kampusa kao dela strategije za smanjenje zagađenja vazduha i unapređenje kvaliteta životne sredine. Poseban fokus stavili smo na mitigaciji klimatskih promena kroz upotrebu zelenih krovova, koji omogućavaju apsorpciju CO₂, smanjenje efekta toplotnog ostrva i poboljšanje mikroklimatskih uslova. Istovremeno, razvoj biciklističke infrastrukture podstiče održivu mobilnost i smanjuje zavisnost od motornih vozila, čime se dodatno doprinosi smanjenju emisija gasova sa efektom staklene bašte. U istraživanju se oslanjamo na dostupne izveštaje o kvalitetu vazduha i zaštiti životne sredine u Autonomnoj Pokrajini Vojvodini, kao i analizu Plana detaljne regulacije univerzitetskog kompleksa kampusa i drugih dokumenata. Identifikovani su problemi u vidu lošeg kvaliteta vazduha i ograničavanja mogućnosti izgradnje biciklističkih staza, pa je neophodno razmotriti alternativna rešenja, poput deljenih zona za bicikliste i pešake ili uspostavljanja prioriteta za nemotorizovani saobraćaj. Na osnovu analize, zaključujemo da je bitna implementacija biciklističke infrastrukture i zelenih krovova koji predstavljaju korak ka ekološki odgovornijem urbanom razvoju i smanjenju zagađenja vazduha i unapređenju kvaliteta života u kampusu i njegovoj okolini.

Ključne reči: Zagađenje vazduha, Biciklističke staze, Zeleni krovovi, Novi Sad, Održivo prostorno planiranje

IMPROVING AIR QUALITY IN NOVI SAD: THE ROLE OF GREEN ROOFS AND CYCLING LANES IN THE UNIVERSITY CAMPUS OF NOVI SAD

Abstract: Air pollution represents one of the key ecological challenges in Novi Sad, with traffic, industrial plants, and the lack of green infrastructure contributing to high levels of carbon dioxide (CO₂) emissions and other pollutants. The University of Novi Sad campus, as a significant urban space with a large number of users, faces numerous challenges. This paper analyzes the potential for implementing bicycle lanes and green roofs within the

¹ student, Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, Beograd, Srbija; E-mail: anaristic002@gmail.com, ORCID: 0009-0009-1363-8904;

² student, Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, Beograd, Srbija; ORCID: 0009-0003-8843-1170;

³ student, Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, Beograd, Srbija; ORCID: 0009-0001-7663-470X;

campus as a strategy for reducing air pollution and improving environmental quality. Special focus is placed on mitigating climate change through the use of green roofs, which enable CO₂ absorption, reduce the urban heat island effect, and improve microclimatic conditions. At the same time, the development of bicycle infrastructure promotes sustainable mobility and reduces dependence on motor vehicles, further contributing to the reduction of greenhouse gas emissions. The research relies on available reports on air quality and environmental protection in the Autonomous Province of Vojvodina, as well as the analysis of the Detailed Regulation Plan for the university campus complex and other documents. Problems such as poor air quality and the limitations on the construction of bicycle lanes have been identified, necessitating the consideration of alternative solutions, such as shared zones for cyclists and pedestrians or establishing priorities for non-motorized traffic. Based on the analysis, we conclude that the implementation of bicycle infrastructure and green roofs is a crucial step toward more environmentally responsible urban development, reducing air pollution, and improving the quality of life on campus and in its surroundings.

Keywords: Air pollution, Cycling lanes, Green roofs, Novi Sad, Sustainable spatial planning

ZAGAĐENJE VAZDUHA U NOVOM SADU

Na teritoriji Novog Sada, kao i u mnogim urbanizovanim oblastima, mogu se identifikovati područja sa značajnim ekološkim problemima. Smanjena zelena infrastruktura i urbanizacija predstavljaju izazove koji zahtevaju brojne mere koje će doprineti očuvanju kvaliteta životne sredine i kvalitetnijem urbanom razvoju. U urbanom jezgru Novog Sada, posebno tokom grejne sezone, značajni izvori zagađenja su kotlarnice i individualna ložišta, koja su locirana pretežno u obodnim delovima grada. Saobraćaj, uključujući putničke automobile, javni prevoz i vozila, predstavljaju stalni izvor zagađenja. Pored toga, na kvalitet vazduha negativno utiču energetska postrojenja, jer doprinose emisiji štetnih gasova, zatim mali i srednji proizvodni pogoni pekara, restorana brze hrane, određeni industrijski objekti, kao i poljoprivredne aktivnosti koje uključuju primenu sredstava zaštite useva iz vazduha i sa tla.

Za efikasno upravljanje kvalitetom vazduha Grada Novog Sada uspostavljen je jedinstven funkcionalni sistem praćenja i kontrole zagađenja vazduha koji uspostavlja lokalnu mrežu mernih stanica. Lokalna mreža mernih stanica kojom se definišu broj i raspored mernih mesta, kao i obim, vrsta i učestalost merenja nivoa zagađujućih čestica u vazduhu. Monitoring kvaliteta vazduha omogućava državna, pokrajinska i lokalna mreža. Državnu mrežu čine dve stanice za automatsko merenje kvaliteta vazduha i to Novi Sad - Liman i Novi Sad - Spens, dok pokrajinsku jedna stanica za automatsko merenje kvaliteta vazduha, Novi Sad - Šangaj. Lokalna mreža mernih mesta za merenje nivoa zagađujućih materija u vazduhu uspostavljena je programom kontrole kvaliteta vazduha na teritoriji grada Novog Sada.

ZELENI KROVOVI KAO MODERNO REŠENJE PROBLEMA ZAGAĐENJA

Klimatske promene postaju sve izraženije, a različiti delovi naše planete suočavaju se sa brojnim izazovima. Gotovo svaka regija danas trpi posledice ekstremnih vremenskih nepogoda, pri čemu je značajan deo tih pojava uzrokovan ljudskim delovanjem. Jedan od ključnih problema u urbanim sredinama jeste zagađenje vazduha i sve učestalija pojava toplotnih ostrva, što dovodi do narušavanja kvaliteta života i povećane energetske potrošnje.

Kampus Univerziteta u Novom Sadu predstavlja prostornu celinu sa velikim brojem korisnika i objektima različite spratnosti, od prizemnih zgrada do višespratnica koje dosežu i do deset spratova. Većina objekata, međutim, ima spratnost P+3 i P+4. Kampus je u neposrednoj blizini prometnih saobraćajnica koje ga povezuju sa centralnim delovima grada, što doprinosi visokoj koncentraciji emisija ugljen-dioksida (CO₂) i drugih zagađujućih materija.

U svetlu savremenih ekoloških izazova, zeleni krovovi su se poslednjih decenija nametnuli kao inovativno i efikasno rešenje u borbi protiv urbanih toplotnih ostrva. Ovi sistemi, u zavisnosti od konstrukcije objekta, mogu sadržavati različite vrste vegetacije, uključujući travu, cveće, žbunasto bilje, pa čak i drveće. Njihova primena donosi višestruke koristi - od snižavanja temperature vazduha do poboljšanja energetske efikasnosti objekata, zadržavanja kišnice i uspostavljanja ekološkog lanca bioraznovrsnosti. Temperaturna razlika između zelenih i klasičnih krovova može biti značajna, pri čemu zeleni krovovi apsorbuju manje toplote i smanjuju efekat toplotnog ostrva. Implementacija ovakvih rešenja na objektima kampusa Univerziteta u Novom Sadu, posebno na zgradama izgrađenim tokom 50-ih godina, kao što su Mašinski i Poljoprivredni fakultet, mogla bi doneti značajne ekološke i energetske benefite. Osim što bi omogućili apsorpciju CO₂ iz atmosfere, zeleni krovovi bi smanjili potrošnju energije kroz poboljšanu izolaciju tokom zimskih i letnjih meseci.

Zeleni krovovi se mogu klasifikovati u ekstenzivne i intenzivne tipove, u zavisnosti od vrste vegetacije, debljine zemljišta i potrebe za navodnjavanjem. Ekstenzivni zeleni krovovi obuhvataju vegetaciju koja je otporna na sušu, kao što su mahovina i niske zeljaste biljke, kojima nije potrebno intenzivno navodnjavanje. Debljina zemljišta za ovaj tip krova je obično oko 10 cm, što je dovoljno za podršku ovim vrstama. No, intenzivni zeleni krovovi zahtevaju deblje slojeve zemljišta, obično oko 100 cm i omogućavaju sadnju raznovrsnijih biljnih vrsta, uključujući ukrasne žbunove, travu, pa čak i poluodraslo drveće. Ovi krovovi takođe zahtevaju kontinuirano navodnjavanje, s obzirom na veću potrebu za vlagom biljaka koje se gaje na njima. Kako bi se kvantifikovao uticaj implementacije zelenih krovova na smanjenje emisije ugljen-dioksida, sproveden je proračun na osnovu apsorpcije CO₂ po kvadratnom metru. Koristeći odgovarajuću formulu i relevantne parametre koji uključuju tip vegetacije, površinu zelenih krovova i godišnju apsorpciju CO₂ po jedinici površine, izvršena je analiza za ključne objekte u okviru kampusa Univerziteta u Novom Sadu. Rezultati proračuna ukazuju na to da bi uvođenjem zelenih krovova na objektima Mašinskog fakulteta i Poljoprivrednog fakulteta, došlo do značajnog smanjenja emisije CO₂ na godišnjem nivou.

Svaka od analiziranih zgrada pokazala je određeni stepen redukcije CO₂, zavisno od površine krova i vrste vegetacije koja bi bila primenjena. Sistematska primena zelenih krovova u urbanim sredinama, posebno na objektima visokog obrazovanja, može doprineti povećanju energetske efikasnosti i apsorpciji štetnih gasova. Pored ekoloških benefita, ovakvi sistemi pružaju i dodatne koristi u vidu poboljšanja mikroklimatskih uslova i estetskog unapređenja urbanog prostora. Dalja istraživanja mogu obuhvatiti detaljniju analizu kumulativnih efekata na nivou celog kampusa, kao i mogućnosti za optimizaciju zelenih krovova kroz primenu različitih tipova vegetacije i sistema za upravljanje kišnicom. Dugoročno posmatrano, implementacija zelenih krovova u kampusu može poslužiti kao model za širu primenu u drugim delovima grada, posebno u oblastima koje se suočavaju sa sličnim problemima. Na taj način, ovaj koncept ne samo da bi unapredio kvalitet životne sredine, već bi doprineo i ostvarivanju ciljeva održivog urbanog razvoja.

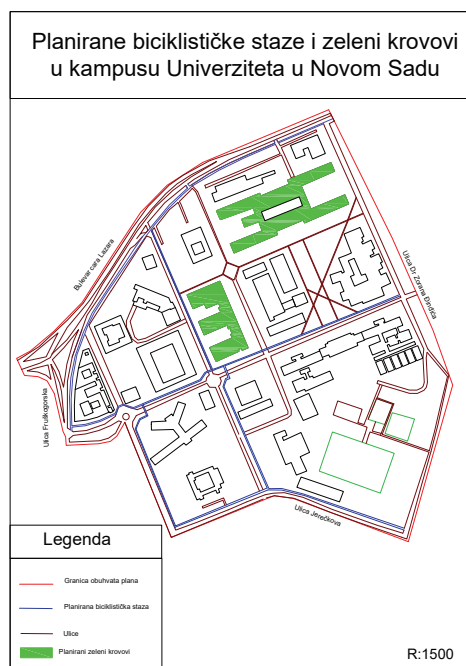
ODRŽIVA MOBILNOST I BICIKLISTIČKA INFRASTRUKTURA U KAMPUSU

Ukupna površina područja iznosi $P = 28,18\text{ha}$. Granicu područja čine ulice: sa severa Bulevarom cara Lazara, na istoku Ulicom dr Zorana Đinđića, sa juga Jirečekovom ulicom i na zapadu ulicama Veljka Petrovića i Fruškogorskom. Biciklistička staza postoji samo na Bulevaru cara Lazara.

Univerzitetski kampus kao prostorna celina sa velikim brojem korisnika predstavlja specifično okruženje u kojem efikasno unapređenje biciklističke infrastrukture može značajno doprineti poboljšanju kvaliteta života studenata i zaposlenih. Biciklizam je jedan od najodrživijih vidova mobilnosti savremenog doba, budući da ne generiše štetne emisije

Poboljšanje kvaliteta vazduha u Novom Sadu: uloga zelenih krovova i biciklističkih staza u kampusu Univerziteta u Novom Sadu

i ima minimalan uticaj na životnu sredinu. Razvoj biciklističkih staza i nemotorizovanih vidova transporta predstavlja ključni deo strategije usmerenih ka uspostavljanju ekološki odgovornog, efikasnog i pristupačnog sistema kretanja unutar kampusa. U cilju unapređenja održive mobilnosti u kampusu Univerziteta u Novom Sadu, jedna od prioritarnih mera jeste smanjenje zavisnosti od motorizovanog saobraćaja kroz proširenje i izgradnju biciklističkih staza, kao i poboljšanje uslova za kretanje biciklista i pešaka. Proširenje biciklističke infrastrukture u kampusu Univerziteta u Novom Sadu obuhvatilo bi nove biciklističke staze koje bi se prostirale kroz ulice Dr Sime Miloševića, Dr Ilije Đuričića i Veljka Petrovića. Ovaj novi segment staza integriše se sa postojećim pešačkim stazama, čime se omogućava zajedničko korišćenje staza od strane biciklista i pešaka, što doprinosi efikasnijem i bezbednijem korišćenju prostora. Biciklizam se sve više prepoznaje kao ključna komponenta održivog urbanog razvoja i planiranja, čime se doprinosi i poboljšanju kvaliteta vazduha, smanjenju buke i optimizaciji korišćenja prostora. Kako bi se smanjili potencijalni konflikti između korisnika, neophodno je postavljanje adekvatne signalizacije i urbane opreme koja bi povećala bezbednost svih učesnika u saobraćaju. Unapređenje biciklističke infrastrukture omogućilo bi bolju povezanost različitih delova kampusa, čime bi biciklistički i pešački saobraćaj dobili prioritet u odnosu na motorizovani transport. Izgradnja kvalitetne mreže biciklističkih staza ne samo da podstiče održive oblike kretanja, već i doprinosi stvaranju zdravijeg i funkcionalnijeg urbanog prostora, prilagođenog potrebama savremenih korisnika.



Slika 1. i 2. Planirana biciklistička staza i zeleni krovovi u kampusu Univeziteta u Novom Sadu i Postojeće stanje Univerzitetskog kompleksa kampus

LITERATURA

Bevilacqua, P. (2021). The effectiveness of green roofs in reducing building energy consumptions across different climates. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.

Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., & GhaffarianHoseini, A. (2014). State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy*.

Gradska uprava za zaštitu životne sredine. (2015). Program zaštite životne sredine Grada Novog Sada za period 2015-2024. godine. Novi Sad.

Gradska uprava za urbanizam i građevinske poslove. (2017). Plan detaljne regulacije Univerzitetskog kompleksa u Novom Sadu. Novi Sad.

Pokrajinski sekretarijat za urbanizam i zaštitu životne sredine. (2021). Izveštaj o stanju kvaliteta životne sredine za 2021. godinu u Autonomnoj pokrajini Vojvodini. Novi Sad.

UTICAJ TERMOELEKTRANE UGLJEVIK NA ŽIVOTNU SREDINU

Snežana Maksimović¹, Nikolina Todorović¹,
Marijana Pena¹, Milica Kevac¹

Apstrakt: Energetika je privredna djelatnost koja se bavi proučavanjem i iskorištavanjem različitih izvora energije te proizvodnjom električne energije. Eksploatacija mineralnih sirovina vrši se na način kojim se obezbjeđuju optimalno iskorištavanje ležišta mineralnih sirovina, bezbjednost ljudi, objekata i imovine i zaštita životne sredine. Eksploatacija mineralnih sirovina vrši se unutar granica odobrenog eksploatacionog polja koje obuhvata istražni prostor u kome su ovjerene rezerve mineralnih sirovina, prostor predviđen za odlaganje mineralne sirovine i jalovine. Eksploatacija uglja Termoeletrane Ugljevik se vrši na površinskom kopu „Bogutovo Selo“. Sektor uglja predstavlja važan segment u sektoru energije i ekonomske strukture. Kada se radi o rudnicima uglja postoje i značajni uticaji na životnu sredinu povezani sa iskopavanjem i upotrebom uglja. Emisije gasovitih polutanata u dimnim gasovima iz kotla Termoeletrane Ugljevik (SO₂ i NO_x) su velike. Klimatski faktori (vjetar i padavine) su transportni mediji polutanata.

Ključne riječi: energetika, eksploatacija, ugalj, životna sredina, klimatski faktori.

THE IMPACT OF THE UGLJEVIK THERMAL POWER PLANT ON THE ENVIRONMENT

Abstract: Energy is an economic activity that deals with the study and utilization of various energy sources and the production of electricity. The exploitation of mineral raw materials is carried out in a way that ensures the optimal utilization of mineral raw material deposits, the safety of people, buildings and property and the protection of the environment. Exploitation of mineral raw materials is carried out within the boundaries of the approved exploitation field, which includes the exploration area in which the reserves of mineral raw materials have been certified, the area provided for the disposal of mineral raw materials and tailings. Coal exploitation of Thermal Power Plant Ugljevik is carried out at the surface mine "Bogutovo Selo". The coal sector represents an important segment in the energy sector and economic structure. When it comes to coal mines, there are also significant environmental impacts associated with the mining and use of coal. Emissions of gaseous pollutants in flue gases from the Ugljevik Thermal Power Plant boiler (SO₂ and NO_x) are high. Climatic factors (wind and precipitation) are transport media for pollutants.

Key words: energy, exploitation, coal, environment, climate factors.

¹ Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, Studijski program prostorno planiranje;
snezana.maksimovic@student.pmf.unibl.org

UVOD

Energetski sektor je jedan od ključnih sektora kada je riječ o mogućnosti uticaja na životnu sredinu. Energetika je veliki iscrpljivač neobnovljivih prirodnih resursa i hemijski i termički zagadjivač životne sredine. Termoelektrane su postrojenja za proizvodnju električne energije, čiji se rad zasniva na sagorijevanju fosilnih goriva, uglavnom uglja. Eksploatacija termoenergetskih postrojenja ima za posljedicu emisiju i imisiju, uz odlaganje otpadnih produkata u vazduh, vodu i zemljište (Milovanović, 2011). U BiH ugalj predstavlja glavni energetski izvor - čak 96% uglja od ukupne proizvodnje se sagori u termoelektranama radi proizvodnje električne energije. Rezerve uglja u BiH se procjenjuju na 10 milijardi tona i uglavnom se nalaze u tri basena: u Tuzli, centralnoj Bosni i Ugljeviku. Termoelektrana Ugljevik se nalazi u sjeveroistočnom dijelu Republike Srpske u blizini opštine Ugljevik. Projekat termoelektrane započet je u period Jugoslavije s ciljem korišćenja bogatih rezervi uglja u tom području. Gradnja je trajala od 1976. do 1985. godine. Rudnik i Termoelektrana Ugljevik posluje u okviru Mješovitog holdinga „Elektroprivreda Republike Srpske“ sa sjedištem u Trebinju. Rad Rudnika i Termoelektrane Ugljevik se zasniva na eksploataciji prirodnih resursa gde se trajno zauzima prostor, mijenja morfologija terena, pejzaž, uništava zemljište, modifikuju klimatski faktori, narušava hidrološki režim, negativno utiče na floru i faunu. Ono što se javlja kao najveći problem jeste zauzimanje površina i promjena korišćenja zemljišta, preseljenje lokalnog stanovništva, smetnje kao buka i prašina, promjena pejzaža i kvaliteta vazduha i voda.



Slika 1. Izgled Termoelektrane Ugljevik (Autor: Snežana Maksimović)

Emisije Termoelektrane Ugljevik

Procesi sagorijevanja fosilnih goriva u termoeenergetskim postrojenjima i različiti industrijski procesi proizvodnje predstavljaju, sa aspekta zagađenja okoline a posebno vazduha vjerovatno najznačajniji izvor emisije zagađujućih komponenata. Glavni pokretač negativnih uticaja na životnu sredinu jeste upravo Termoelektrana Ugljevik, odnosno emisije koje ona proizvodi kao nusprodukte u proizvodnji električne energije. Kao osnovno gorivo u Termoelektrani Ugljevik koristi se mrki ugalj iz ležišta Bogutovo Selo. Površinski kop je smješten na sjeveroistočnim odroncima planine Majevice, u zaleđini značajnog poljoprivrednog regiona Semberija. Najbliže naseljeno mjesto je Ugljevik. Termoelektrana se ugljem snabdijeva iz vlastitog rudnika, te je i za vlastite potrebe izgrađen taj površinski kop "Bogutovo Selo" godišnjeg kapaciteta 1,75 miliona tona uglja. Eksploatacija na ovom kopu izvodi se od 1978. godine. Emisije gasovitih polutanata u dimnim gasovima iz kotla Termoelektrane Ugljevik (SO_2 i NO_x) su velike. Najveća odstupanja od emisisionih normi EU se odnose na emisiju SO_2 . Sadržaj ukupnog sumpora u uglju, zavisno od eksploatacije, kreće se od 3-6%. Emisija SO_2 iz dimnjaka Termoelektrane Ugljevik iznosi oko 90.000 – 100.000 t. godišnje i čini ovu Termoelektranu jednim od najvećih stacionarnih izvora zagađenja u RS. U ovom procesu dnevno se potroši 7.000 tona uglja, a svakog sata 500 kubika vode koja se crpi iz obližnje rječice Janje. Mrki ugalj se odlikuje visokom toplotnom vrijednošću zbog čega se u najvećoj mjeri primjenjuje u industriji. Mrki ugalj koji se koristi u Termoelektrani Ugljevik specifičan je po visokom sadržaju sumpora, što mu daje i veliku kalorijsku snagu, a posljedica toga su ogromne količine sumpordioksida koji se širi atmosferom preko Semberije. Sumpor dioksid klasifikovan je kao zagađujuća materija zbog toga što sumporna jedinjenja imaju svojstvo da reaguju sa vodenom parom, pri čemu se formira sumporna kiselina, koja potom kroz smog, maglu, snijeg i kisele kiše dopijeva u prirodne ekosisteme i ima vrlo štetan uticaj. Najveća količina gasova koja vrši zakiseljavanje su upravo CO_2 , NO , SO_2 . Problem acidifikacije (kiselih kiša) povezan je sa visokim koncentracijama SO i NO koji se emituje pri proizvodnji energije. Kisele kiše ozbiljno štete drveću tako što usporava njihov rast i ponekad čak uzrokuje odumiranje.



Slika 2. Dimnjak Termoelektrane Ugljevik (Autor: Snežana Maksimović)

Uticaj Termoelektrane Ugljevik na životnu sredinu

Problem zagađenja su intezivirani naročito od trenutka kada se počeo koristiti ugalj iz takozvane površinske zone, odnosno ugalj koji se nalazi na malim dubinama i koji je, uslovno rečeno, lako eksploatisati, ali on ima veliku količinu nečistoća, što znači da postoji i velika količina pepela koja nastaje kao rezultat sagorijevanja uglja da bi se dobila struja. Onda se takodje gorenjem uglja dobijaju pepeo i šljaka kao nusprodukti što je jedan od dodatnih problema. Emitovani polutanti iz Termoelektrane Ugljevik se dijelom zadržavaju u neposrednoj okolini, a dijelom transportuju dalje. Međutim, zahvaljujući visokom dimnjaku kvalitet lokalnog vazduha je relativno čist.

Otpadne vode Termoelektrane Ugljevik

Termoelektrana proizvodi značajne količine otpadnih voda, koje ako se ne tretiraju adekvatno mogu imati negativan uticaj na životnu sredinu. Otpadne vode u termoelektrani se mogu podijeliti na:

- tehnološke otpadne vode – koje nastaju u procesima hlađenja, sagorjevanja uglja i transporta pepela i šljake
- sanitarne otpadne vode – koje dolaze iz administrativnih objekata i sanitarnih čvorova, slične su komunalnim otpadnim vodama i zahtijevaju biološki tretman prije ispuštanja
- otpadne vode sa rudnika – sadrže povećane koncentracije ulja i drugih zagađivača koji nastaju u procesima eksploatacije uglja.

Otpadne vode sa rudnika zagađene su teškim metalima kojima negativno deluju na vodne resurse, zemljište, ljude i gradjevine koji se nalaze na ugroženom području. Glavni polutanti koji se nalaze u vodama su suspendovane materije, ali i sapuni i deterdženti, masti, derivati nafte i fekalne materije. Procjedne vode sa odlagališta pepela i šljake mogu biti opterećene povećanom koncentracijom sulfida, sulfata i teških metala. Uticaj otpadnih voda na životnu sredinu se uglavnom zasniva na zagađenju površinskih voda, a indirektno i na zagađenje podzemnih voda i u direktnoj je vezi sa vrstom i koncentracijom polutanata koje sadrže. Takođe otpadne vode mogu ući u podzemne tokove i doći do rijeka i potoka. Ključni problem predstavlja količina suspendovanih materija i pH vrijednost otpadnih voda. U otpadnim vodama termoelektrana dominiraju zagađujuće materije kao što su: hlor, hromati, ulja, fosfati, suspendovane čestice, bakar, gvožđe, nerazgradive organske materije, cink i dr.

Na prostoru termoelektrane Ugljevik su izgrađena i modernizovana postojenja za prečišćavanje otpadnih voda kako bi se smanjio negativan uticaj na životnu sredinu. Oko 90% pročišćene vode se vraća u recirkulaciju, dok se ostatak nakon tretmana ispušta u prirodne recipijente, u skladu sa ekološkim standardima. Proces prečišćavanja otpadnih voda uključuje nekoliko faza:

- fizičko-hemijski tretman – koristi se za uklanjanje suspendovanih čestica i teških metala iz tehnoloških voda.
- biološki tretman – primjenjuje se na sanitarne otpadne vode i koristi mikroorganizme za razgradnju organskih materija.
- seperacija ulja i masti – koristi se za tretman otpadnih voda sa rudnika i iz industrijskih postrojenja.

Na prostoru termoelektrane postoji služba koja prati zagađenost otpadnih voda i koja sastavlja mjesečni, polugodišnji i godišnji izvještaj o stanju istih. Kvalitet voda se prati u laboratoriji termoelektrane i povremeno izradom elaborata o teretu zagađenja (EBS) u nekoj od referentnih laboratorija. Prečišćene otpadne vode se ispuštaj u preko četiri ispusta u rijeke Mezgrajicu i Janju.

Zagađivanje i degradacija zemljišta

Izgled površinskog kopa može da naruši estetske vrijednosti prostora, kao i da utiče na samo korišćenje prostora. Uticaj kopa na upotrebu prostora u okolini lokacije izražava se u promjenama privrednih aktivnosti i socijalne strukture stanovništva. Ugalj se od rudnika do termoelektrane transportuje transporterom sa trakom. Termoelektrana Ugljevik ima značajan uticaj na zagađivanje zemljišta u svojoj okolini zbog sljedećih faktora:

1. Deponovanje pepela i šljake:

- Sastav otpada: pepeo i šljaka nastali sagorijevanjem uglja sadrže teške metale (arsen, olovo, kadmij, živa), radioaktivne elemente i druge toksične materije. Ovi elementi se mogu lako isprati iz deponija i prodrijeti u zemljište, posebno u slučaju kiše.
- Uticaj na zemljište: Zagađenje teškim metalima može učiniti zemljište neplodnim i opasnim za poljoprivredu.
- Teški metali se mogu akumulirati u biljkama i ući u lanac ishrane, što predstavlja rizik za zdravlje ljudi.
- Velike deponije pepela i šljake zauzimaju velike površine zemljišta, često poljoprivrednog.
- Vjetar može raznositi sitne čestice pepela na okolna područja, dodatno zagađujući zemljište.
- Promjena pH vrijednosti zemljišta, zbog hemijskog sastava otpada, što dovodi do nemogućnosti rasta određenih biljnih vrsta

2. Emisije iz dimnjaka:

- Zagađujuće materije: termoelektrana emituje sumpor-dioksid (SO₂), azotne okside (NO_x), čestice prašine i druge zagađujuće materije. Ove materije se talože na zemljištu putem suhog i mokrog taloženja (kisela kiša).
- Kisela kiša: sumpor-dioksid i azotni oksidi reaguju sa vlagom u atmosferi i formiraju kiselu kišu. Kisela kiša snižava pH vrijednost zemljišta, što može oštetiti biljni svijet i mikroorganizme u tlu. Kisela kiša može da rastvori teške metale u zemljištu, i tako poveća njihovu mobilnost, i mogućnost zagađenja podzemnih voda.
- Taloženje čestica: Čestice prašine sadrže teške metale i druge toksične materije koje se talože na površini zemljišta. Ove čestice mogu kontaminirati poljoprivredne proizvode i ući u lanac ishrane.

3. Rudarski radovi:

- Erozijska zemljišta: površinska eksploatacija uglja dovodi do uklanjanja vegetacije i gornjeg sloja zemljišta, što povećava rizik od erozije. Erozijska zemljišta smanjuju plodnost tla i može dovesti do gubitka poljoprivrednog zemljišta.
- Rudarski otpad: rudarski otpad i jalovina sadrže teške metale i druge štetne materije koje mogu zagađivati okolno zemljište. Odlaganje rudarskog otpada može dovesti do promjene topografije i drenaže zemljišta.
- Promjena hidroloških uslova: rudarski radovi mogu promijeniti tok podzemnih voda, što može dovesti do zagađenja zemljišta i podzemnih voda.

4. Zagađenje vode:

- Prenos zagađivača: zagađene vode iz termoelektrane i rudnika mogu prenositi zagađivače u okolno zemljište. Zagađene vode mogu se izlivati na površinu zemljišta ili prodrijeti u podzemne vode, zagađujući tlo.
- Akumulacija zagađivača: zagađivači iz vode mogu se akumulirati u zemljištu, posebno u glinovitim tlima. Ovo može dovesti do dugoročnog zagađenja zemljišta i smanjenja njegove plodnosti.

5. Poljoprivredno zemljište:

- Kontaminacija usjeva: taloženje zagađivača na poljoprivrednom zemljištu može dovesti do kontaminacije useva. Ovo predstavlja rizik za zdravlje ljudi koji konzumiraju kontaminiranu hranu.

ZAKLJUČAK

Voda, vazduh i zemljište su najznačajnije oblasti koje imaju direktne ili indirektne veze sa zdravljem građana. Termoenenergija je ekonomičnija od drugih vidova energije, ali ima snažan negativan uticaj na životnu sredinu. Iako je proizvodnja električne energije važna za opstanak ljudske populacije ne trebamo zanemarivati njen štetni uticaj na zdravlje iste te ljudske populacije. Ne možemo osporiti to da je termoenenergija ekonomičnija od drugih vidova energije, ali isto tako ima snažan negativan uticaj na životnu sredinu. Rudnik i Termoelektra Ugljevik spadaju među najveće zagađivače okoline u RS koji značajno utiču na kvalitet života i zdravlje stanovnika ovih opština, a za koje nadležni ne pronalaze konkretno rješenje. Termoelektrana „Ugljevik“ posjeduje filtere, koje rijetko koristi jer im nije ekonomski isplativo. Ugradnja postrojenja za prečišćavanje uglja je svakako dobro u ekološkom smislu ali to što ono postoji a ne radi redovno nema nikakav uticaj na smanjene štetnih emisija. Otvaranje velikih gradilišta kao što je predmetna termoelektrana, uvijek ima negativan uticaj na sredinu. Do zagađenja će doći zbog činjenice da se radovi odvijaju u velikom obimu duži niz godina i samim tim stvaraju se uslovi za promjene produžnog karaktera u svim segmentima životne sredine u pogledu narušavanja kvaliteta vazduha i uticaja na izmjenu klimatskih karakteristika navedenog područja. Pogoršavanje stanja dovodi do kontaminacije podzemnih voda spiranjem površina, površinskim i rudničkim vodama koje se moraju i dodatno prečišćavati. U toku izvođenja radova mora se ispoštovati osnovni zahtjev da se ne ugrozi kvalitet podzemnih i površinskih voda. Kvalitet okolnog zemljišta se isto tako narušava i biljne i industrijske kulture postaju mjesto dodatnog odlaganja različitih zagađivača koji bilo putem prašine ili putem aerosedimenata se mogu prenijeti na vrlo velike udaljenosti i ostvariti negativan uticaj na zdravlje ljudi. Neodgovorno ponašanje prema otpadnim materijama i njihova neadekvatna dispozicija u odnosu na katalog otpadnih materija sa sobom donosi dodatno povećanje zagađenja i potencijalne zdravstvene rizike.

LITERATURA:

Z. N. Milovanovic, S. Dumonjić-Milovanović, J. Škundrić (2011). "Termoenenergetska postrojenja i zaštita životne sredine" Archives for Technical Sciences 3(4):53-60.

Льшевић М., Наука о животној средини - Урбана екологија, Географски факултет, Универзитет у Београду, 2002.

RCP (2016) Every breath we take: the lifelong impact of air pollution. Report of a working party, February 2016 for the Royal College of Physicians, London.

Ostali izvori:

Studije uticaja na životnu sredinu za nove blokove termoelektrane Ugljevik 3 ; konačna verzija; Maj 2013.godine ; " Projekat" a.d. Banja Luka

Strategija razvoja opštine Ugljevik 2015-2019 godina

Lokalni ekološki akcioni plan opština Ugljevik

UTICAJ HIDROELEKTRANA NA ŽIVOTNU SREDINU: STUDIJA SLUČAJA HE BOČAC

Nikolina Todorović¹, Snežana Maksimović¹,
Milica Kevac¹, Marijana Pena¹

Apstrakt: Ovaj rad analizira uticaj hidroelektrana na lokalne ekosisteme i društveno-ekonomske prilike, sa posebnim naglaskom na hidroelektranu „Bočac“. Istraživanje obuhvata i osvrt na rad malih hidroelektrana, kao i njihov uticaj na životnu sredinu. Takođe, obuhvata i pregled postojećih studija slučaja, analizu ekoloških promjena uzrokovanih izgradnjom i radom hidroelektrana. Fokus je na procjenjivanju stanja životne sredine u okolini hidroelektrane rijeke Vrbas, kao i stanje životne sredine u Republici Srpskoj. Cilj datog istraživanja jeste da se naglasi važnost primjene naprednih tehnologija i politika za postizanje održive hidroenergetike. Zaključak rada jeste da se predlaže pristup upravljanju hidroelektranama koji će očuvati ekosisteme i dobrobit lokalnih zajednica, a ujedno i da se zadovolje potrebe za energijom.

Ključne riječi: hidroelektrana, analiza, uticaj, životna sredina, ekosistem.

THE IMPACT OF A HYDROELECTRIC POWER PLANT ON THE ENVIRONMENT: CASE STUDY OF HPP BOČAC

Abstract: This paper analyzes the impact of hydroelectric power plants on local ecosystems and socio-economic conditions, with special emphasis on the “Bočac” hydroelectric power plant. The research includes a review of the operation of small hydropower plants, as well as their impact on the environment. It also includes a review of existing case studies, an analysis of environmental changes caused by the construction and operation of hydropower plants. The focus is on assessing the state of the environment in the vicinity of the Vrbas River hydropower plant, as well as the state of the environment in the Republic of Srpska. The goal of this research is to emphasize the importance of applying advanced technologies and policies to achieve sustainable hydropower. The conclusion of the paper is to propose an approach to the management of hydroelectric power plants that will preserve ecosystems and the well-being of local communities, and at the same time meet energy needs.

Keywords: hydroelectric power plant, analysis, impact, environment, ecosystem.

UVOD

Izgradnja hidroenergetskih objekata, pored pozitivnih energetske, vodno-bilansnih i ostalih efekata, ima kao posljedicu i određeni uticaj na životni prostor i ekološko okruženje samih objekata. Ovo je prije svega posljedica činjenice da je voda osnovni činilac životne sredine i da svaka promjena režima voda dovodi do određenih posljedica na okolinu. Ipak, pažljivim projektovanjem, kao i naknadnim adekvatnim upravljanjem, hidroenergetski objekti se mogu uklopiti u ekološko okruženje na taj način da se nepovoljni uticaji na stanje životne sredine svedu na minimum.

¹ Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, Studijski program prostorno planiranje; nikolina.todorovic@student.pmf.unibl.org

Energija vode je najznačajniji obnovljivi izvor energije

Oko 16% od ukupne proizvodnje električne energije u svijetu proizvede se u hidroelektranama.

Ostali negativni uticaji hidroelektrana: stvaranje buke i vibracija, vizuelno narušavanje okoline, opasnost za ribe i ostale životinje, uticaj na klimu...

Lazarević (1972) objašnjava šta su u stvari hidroelektrane i značaj istih.

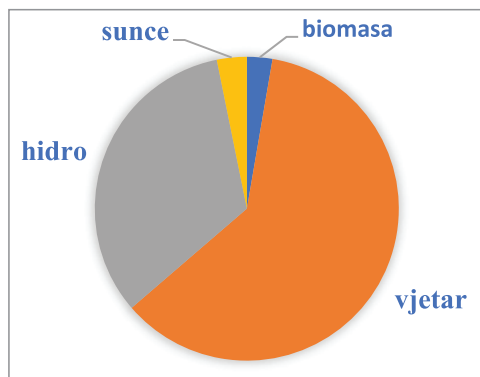
MALE HIDROELEKTRANE

Male hidroelektrane su postrojenja u kojima se potencijalna energija vode najprije pretvara u kinetičku energiju njezinog strujanja, a potom u mehaničku energiju vrtnje vratila turbine te, konačno, u električnu energiju u generator.

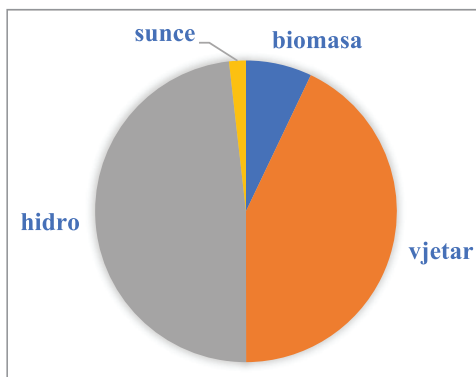
Svjetski energetski trend posljednjih godina je sve veći iskorak ka obnovljivim izvorima energije. Za male hidroelektrane se smatra da nemaju nikakav štetan utjecaj na okoliš, za razliku od velikih čija se štetnost opisuje kroz velike promjene ekosistema (gradnja velikih brana), uticaji na tlo, poplavljanje, uticaji na slatkovodni živi svijet, povećana emisija metana i postojanje štetnih emisija u čitavom životnom ciklusu hidroelektrane koje su uglavnom vezane za period izgradnje elektrane, proizvodnje materijala i transport. Velike količine vode u cjevovodima pitke vode same se nameću kao potencijalni izvor energije.

Miljević (2018) objašnjava koji je značaj malih hidroelektrana u odnosu na velike hidroelektrane.

Na narednim grafikonima prikazana je struktura planiranih kapaciteta obnovljivih izvora energija i planirana struktura proizvodnje iz tih kapaciteta po entitetima 2020. godine sa napomenom da se prikazani podaci odnose samo na nove kapacitete koji imaju pravu na podsticaj odnosno subvencije:



Grafikon 2. Planirana instalisana snaga FBiH,



Grafikon 3. Planirana instalisana snaga RS

(Izvor:Ministarstvo spoljne trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine 2012.)

STANJE ŽIVOTNE SREDINE U OKOLINI HIDROELEKTRANE RIJEKE VRBAS

Zbog čestog kolebanja, variranja temperature i vremenskih nepogoda današnje stanje na hidroelektranama je loše. Najznačajniji izvori emisija u dolini rijeke Vrbas je magistralna saobraćajnica M-16: dionica Bočac – Banja Luka i predstavlja ujedno I jedinu komunikaciju šireg prostora sa glavnim magistralnim saobraćajnicama, stambeni objekti koji su posljednjih godina nelegalno i stihijski izgrađeni bez poštovanja prostorno planske dokumentacije, od kojih malo koja imaju riješeno odvođenje sanitarnih otpadnih voda, itd. Glavni izvori zagađenja predstavljaju naselja, gdje su osim koncentrisanih ispuštanja netretiranih otpadnih voda prisutni i industrijski zagađivači. Drugi značajan izvor zagađenja su industrijski pogoni na slivu. Prema raspoloživim podacima, ni jedno od industrijskih pogona nema tretman otpadnih voda prije ispuštanja. Industrijske otpadne vode sadrže toksične supstance, teške metale, cijanide, fenole, mineralna ulja, organske materije itd.

Lazarević (1972) ističe glavne izvore zagađenja.

UTICAJI HIDROELEKTRANE NA ŽIVOTNU SREDINU U REPUBLICI SRPSKOJ

U toku perioda normalne eksploatacije energetskeg kompleksa MHE „Bočac 2“ do uticaja na vode moglo bi doći usljed ispuštanja otpadnih i štetnih materija u tok rijeke Vrbas. U početnoj fazi eksploatacije dolaziće do produkcije otpadne sanitarne vode usljed prisustva pogonskog osoblja. Do zagađenje voda u periodu normalnog rada hidroelektrane može doći usljed incidentnih situacija kao što je curenje transformatorskog izolacionog i turbinskog ulja. Takođe, potencijalna opasnost po bezbjednost ljudi postoji i usljed rušenja brane.

Za vrijeme izgradnje ovakvih hidroenergetskih objekata, da bi se organizaciona šema sa uspješnom dinamikom završavanja objekata mogla sprovesti, neophodno je privremeno zauzeti izvjestan prostor. Pod pojmom degradacije zemljišta u smislu uticaja na životnu sredinu, podrazumijeva se više različitih procesa od kojih posebnu težinu imaju pojave klizanja, odrona, erozija, promjene permeabilnosti zemljišta, degradacija zemljišta zbog formiranja deponija, kao i drugi uticaji koji u konkretnim prostornim uslovima mogu imati manji ili veći uticaj. Uticaj na zemljište se ogleda kroz gubitak površine zemljišta izgradnjom objekata, sa tim u vezi ne očekuje se značajan uticaj na promjenu kvaliteta zemljišta.

Papišta (2019) ističe negativne uticaje hidroelektrana na životnu sredinu i na koji način one vrše degradaciju zemljišta.

PRITISCI HIDROELEKTRANA NA ŽIVOTNU SREDINU

Rijeka Vrbas jedan je od najvažnijih vodnih resursa u Republici Srpskoj čiji hidroenergetski potencijal nije u potpunosti iskorišten. Na slivu rijeke Vrbasa su do sada izgrađene tri hidroelektrane, i to dvije na teritoriji Federacije (HE „Jajce I“ i „Jajce II“) i samo jedna na teritoriji Republike Srpske (HE „Bočac“). „Hidroelektrana na Vrbasu“ a.d. Mrkonjić Grad je u drugoj polovini 2003. godine započelo prve aktivnosti na uvođenju Integrisanog sistema menadžmenta kvalitetom i zaštitom životne sredine u skladu sa zahtjevima međunarodnih standarda ISO 9001 i ISO 14001. Od 05.04.2004. nakon sprovedenog sertifikacionog audita od strane ovlašćenih ocjenjivača, ispred Austrijske sertifikacione kuće „Quality Austria“, ZP sred, „Hidroelektrana na Vrbasu“ a.d. Mrkonjić Grad, steklo je sertifikate za Integrisani sistem menadžmenta kvalitetom i zaštitom životne sredine. Ovo je bio prvi slučaj da jedno preduzeće u Republici Srpskoj, kojem je primarna djelatnost proizvodnja hidroelektrične energije, postane vlasnik spomenutih sertifikata.

Otpadne vode su najrasprostranjeniji oblik zagađivanja životne sredine u svijetu. Predstavljaju tekući ili poluraspadni kruti otpad otopljen u vodi, najčešće iz domaćinstva (organski i fekalni otpad), industrijskih pogona i različitih poljoprivrednih djelatnosti. Ispuštanjem otpadnih voda u okoliš putem kanalizacije ili izravnim ispiranjem tla, zagađuje se upotrebna vrijednost voda u koje se ulijevaju. Prvi sustav pročišćivanja taloženjem poluraspadnutih krutih čestica otpada pročišćuje vodu iz otpadnih voda. Drugi sustav izlaže otpadne vode prozračivanju, odnosno oksidaciji otopljenih tvari, ili se na njih djeluje različitim hemikalijama. Treći je sustav biološko pročišćivanje organskih tvari iz otpadnih voda uz pomoć posebno odabranih bakterija.

(ZP "Hidroelektrana na Vrbasu" a.d. Mrkonjić Grad. (2019). *Hidropotencijal sliva Vrbasa.*)

MJERE ZAŠTITE

Hidroelektrane tzv. naplavinama zbrinjavaju i uklanjaju mješoviti otpad. Naplavine se za vrijeme visokog vodostaja postavljaju na rešetkama i ulaznim uređajima postrojenja. Godišnje se na taj način zaustavi 2,5 do 4,5 hiljade tona otpada. Takođe u cilju zaštite životne sredine, jednom godišnje potrebno je obavijestiti Agenciju za zaštitu životne sredine o izvorima, vrstama, količini otpadnih voda i načinima njihovog ispuštanja te informisati o postojećim uređajima za pročišćivanje. (Lazaraevic & at all, 2022). U hidroelektranama sprovode se brojne aktivnosti u svrhu zaštite životne sredine, kao što su:

- periodična ispitivanja podzemnih i površinskih voda u dovodnim i odvodnim kanalima samog postrojenja, akumulacijskim jezerima i starim koritima rijeka na kojima su hidroelektrane izgrađene,
- mjesečna ispitivanja vode u akumulacionim jezerima,
- osiguravanje stalnog protoka vode s ciljem očuvanja prirodnog toka rijeke,
- izrada i sprovođenje planova mjera zaštite u izvanrednim slučajevima zagađenja vode.

Najbolja mjera smanjenja uticaja hidroelektrana na životnu sredinu je zaštita ptica izgradnjom energetske infrastrukture koja smanjuje ili u potpunosti sprječava rizik od stradanja ptica, unutar čijeg staništa se nalazi 5000 km površinskih naponskih vodova. Potrebno je primijeniti sve neophodne postupke zaštite sredine na sadašnje nosioce zagađenja i buduće potencijalne zagađivače. Ovo se prije svega odnosi na prečišćavanje otpadnih voda iz naselja i industrije.

(Kojović, Ilić & Salapura, 2006)

Razlika između „Hidroelektrane na Vrbasu” i svjetskih hidroelektrana

Hidroelektrana „Brežice” u Sloveniji ima ulogu spremišta energije u hibridnom sistemu solarne i vodene energije. To znači da kada tokom godine ima više sunčanih dana, proizvodnja iz solarne elektrane biće veća, a dio hidro energije se može skladištiti i potom ponovo koristiti u vrijeme kada je manja proizvodnja iz solarne elektrane, na primjer tokom zime. „Hidroelektrane na Vrbasu” planira izgradnju solarne elektrane „Ada polje” na lijevoj obali rijeke Vrbas, na udaljenosti od oko dva kilometra nizvodno od brane HE „Bočac”. Solarni paneli bi dali mogućnost balansirane proizvodnje električne energije, posebno ljeti, u vrijeme nižeg vodostaja.

Tekući i budući planovi za HE „Bočac” su u znaku intenzivnijeg investiranja u zamjenu i modernizaciju opreme i sistema. Izvršiće se i zamjena SCADA sistema, zamjenu i modernizaciju sistema rashladne vode oba agregata i rekonstrukciju 110kV postrojenja.

Navedena su dva primjera SCADA sistema, SICAM PAS njemačke tvrtke Siemens kao prvi primjer i MICROSCADA PRO švicarsko-švedske kompanije Asea Brown Boveri ili ABB kao drugi primjer. Oba sistema predstavljaju vodeće sisteme u grani energetike te se koriste u cijelom svijetu. Hidroelektrana „Bočac“ ima instalisanu aktivnu snagu od 2*55MW, dok hidroelektrana „Tri klanca“ ima snagu od čak 22 500MW. U toku dosadašnjeg rada na „Bočac“, primijećeno je zamuljivanje kompenzacionog bazena i smanjenje njegove zapremine što umanjuje mogućnost regulisanja vode nizvodno. Regulisanje voda je bitno zbog velike naseljenosti nizvodnog područja i činjenice da na tom dijelu Vrbasa nema većih pritoka.

(ZP „Hidroelektrana na Vrbasu“ a.d. Mrkonjić Grad. (2019). *Hidropotencijal sliva Vrbasa.*)

ZAKLJUČAK

Zbog brzog porasta stanovništva i sve veće industrijalizacije, potražnja za energijom kao i izvorima energije stalno raste te se tako i troše zalihe neobnovljivih izvora energije poput uglja, nafte i nuklearne energije. Međutim, takvi izvori energije ugrožavaju životnu sredinu te se zato sve više iskorištavaju obnovljivi izvori energije koji su značajno manje štetni za sredinu. Od svih obnovljivih izvora energije, hidroenergija predstavlja čist, učinkovit i jednostavan izvor energije. Prema zaključku iz Studije, projekat MHE „Bočac 2“ je pojedinačno najisplativija i najizvodljivija investicija za koju ne postoje bitne dileme, tako da je preporučena što brža realizacija, te da se odmah može početi sa izradom Idejnog projekta MHE „Bočac 2“.

LITERATURA

Papišta A. (2019). *Uticaj hidroelektrane na okoliš*. Pula: Istarsko veleučilište.

Lazarević, L.(1972). *Elektrane i razvodna postrojenja*. Beograd: Tehnička knjiga.

Miljević, D. (2018). *Analiza ekonomske opravdanosti koncesionih naknada i podsticaja za male hidroelektrane na teritoriji Bosne i Hercegovine*. Banja Luka: Centar za životnu sredinu.

Kojović, J., Ilić P. & Salapura Ž. (2006). *Zaštita vazduha i zdravlje*. Banja Luka; Naučno-stručna konferencija sa međunarodnim učešćem.

Ministarstvo spoljne trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine. (2012). *Izvještaj o stanju životne sredine u Bosni i Hercegovini*.Sarajevo.

ZP „Hidroelektrane na Vrbasu“ a.d. Mrkonjić Grad. (2019). *Hidropotencijali sliva Vrbasa*. Dostupno na: <https://www.henavrbasu.com/DocNovi.aspx?cat=148&subcat=151&id=209&lang=cir> (Pristupljeno 14. Aprila 2025.)

TRENDOVI PLUVIOMETRIJSKOG REŽIMA NA PROSTORU BANJA LUKE – ANALIZA UTICAJA NA VODNE RESURSE

Vanja Mirjana Vujić¹

Apstrakt: Analiza pluvimetrijskog režima padavina u Banjaluci je od suštinskog značaja kako za stanovništvo, tako i za privredu i sve njene grane koje u određenoj mjeri zavise od padavina. Jedan od elemenata i posljedica klimatskih promjena jeste varijacija pluvimetrijskog režima, uglavnom praćenog promjenama inteziteta i frekvencije padavina. Takve promjene uslovljavaju sve češću pojavu suša i poplava, koje utiču na životnu sredinu i privredu. Intezivne padavine na prostoru Banjaluke se javljaju pri razvijenom ciklonu ili kada se uspostavi jako strujanje vjetra sa visinom. Cilj rada je analiza promjena pluvimetrijskog režima odnosno analiza promjene ukupne količine padavina i raspored tokom godine, učestalost i varijabilnost padavina. Uticaj urbanizacije, mikroklimatski uslovi, klimatske promjene, morfološki i antropogeni faktori dovode do nepovoljnih posljedica prostorne i vremenske neravnomjernosti hidrološkog režima. Potrebno je kroz modele međusektorske saradnje uspostaviti integracije između socioekonomskih, geopolitičkih i tehničkih aspekata upravljanja vodama. Međusektorsko usklađivanje podrazumijeva uvažavanje zahtjeva svih sektora (energetika, životna sredina, prostorno planiranje, saobraćaj, turizam, zdravstvo) pri izradi planske i strateške dokumentacije.

Ključne riječi: pluvimetrijski režim, varijabilnost padavina, klimatske promjene, vodni resursi.

TRENDS OF THE PLUVIOMETRICAL REGIME IN THE AREA OF BANJA LUKE - ANALYSIS OF THE IMPACT ON WATER RESOURCES

Abstract: Analysis of the pluviometric precipitation regime in Banja Luka is of essential importance for both the population and the economy and all its branches, which to a certain extent depend on precipitation. One of the elements and consequences of climate change is the variation of the pluviometric regime, mainly accompanied by changes in the intensity and frequency of precipitation. Such changes cause the increasingly frequent occurrence of droughts and floods, which affect the environment and the economy. Intense precipitation in the Banja Luka area occurs during a developed cyclone or when strong wind currents are established from above. The aim of the paper is to analyze changes in the pluviometric regime, i.e. the analysis of changes in the total amount of precipitation and its distribution during the year, frequency and variability of precipitation. The impact of urbanization, microclimatic conditions, climate change, morphological and anthropogenic factors lead to unfavorable

¹ Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, E-mail: vanjamirjana11@gmail.com

consequences of spatial and temporal unevenness of the hydrological regime. It is necessary to establish integration between socioeconomic, geopolitical and technical aspects of water management through models of intersectoral cooperation. Intersectoral coordination implies taking into account the requirements of all sectors (energy, environment, spatial planning, transport, tourism, health) when developing planning and strategic documentation.

Keywords: pluviometric regime, precipitation variability, climate change, water resources.

UVOD

Klimatske promjene i povećana učestalost i intenzitet ekstremnih klimatskih događaja usloveli su povećane pritiske u privredi. Povećana je varijabilnost vremenskih uslova, zabilježenih u svim godišnjim dobima, sa brzim promjenama koje se događaju tokom kratkih perioda (pet do deset dana) iz izrazito hladnog u toplo vrijeme, ili iz perioda izrazito velikih količina padavina u ekstremne sušne periode. Posljednjih godina izražen je uticaj klimatskih promjena na režim izlučivanja padavina s posljedicama na vodne resurse. Posljedice tih promjena odražavaju se na raspodjelu padavina tokom godine.

U Prvom nacionalnom izvještaju o klimatskim promjenama identifikovani su osnovni problem proistekli iz klimatskih promjena, a to su: promjena u sezonskim tokovima rijeka, smanjenje količine toka vode u rijekama, problem u snabdijevanju vodom za domaćinstva i industriju. Takođe, predstavljene su primarne i sekundarne mjere adaptacije: izgradnja brana i akumulacija za proizvodnju električne energije u hidroelektranama, za poljoprivredu, stanovništvo i turizam (Prvi nacionalni izvještaj Bosne i Hercegovine u skladu sa Okvirnom konvencijom Ujedinjenih nacija o klimatskim promjenama, 2009).

Osnovni cilj ovog rada je da se utvrde kolike su promjene količine padavina i kakva je njihova godišnja i sezonska raspodjela na prostoru Banja Luke. Za istraživanje su korišteni podaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike Srpske i Republičkog zavoda za statistiku Republike Srpske.

DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

U period od 1981. godine povećana je klimatska varijabilnost tokom svih godišnjih doba i na cijeloj teritoriji Bosne i Hercegovine. Na primjer, uočen je trend brzih promjena iz ekstremno vrelih ili hladnih perioda, koji obično traju 5–20 dana, u periode intenzivnih kišnih padavina. Iako nisu sprovedene detaljne studije na temu predviđanja suša, sve češće i intenzivnije suše su zabrinjavajuće, jer predstavljaju jasan pokazatelj povećane klimatske varijabilnosti (Trbić i dr., 2011).

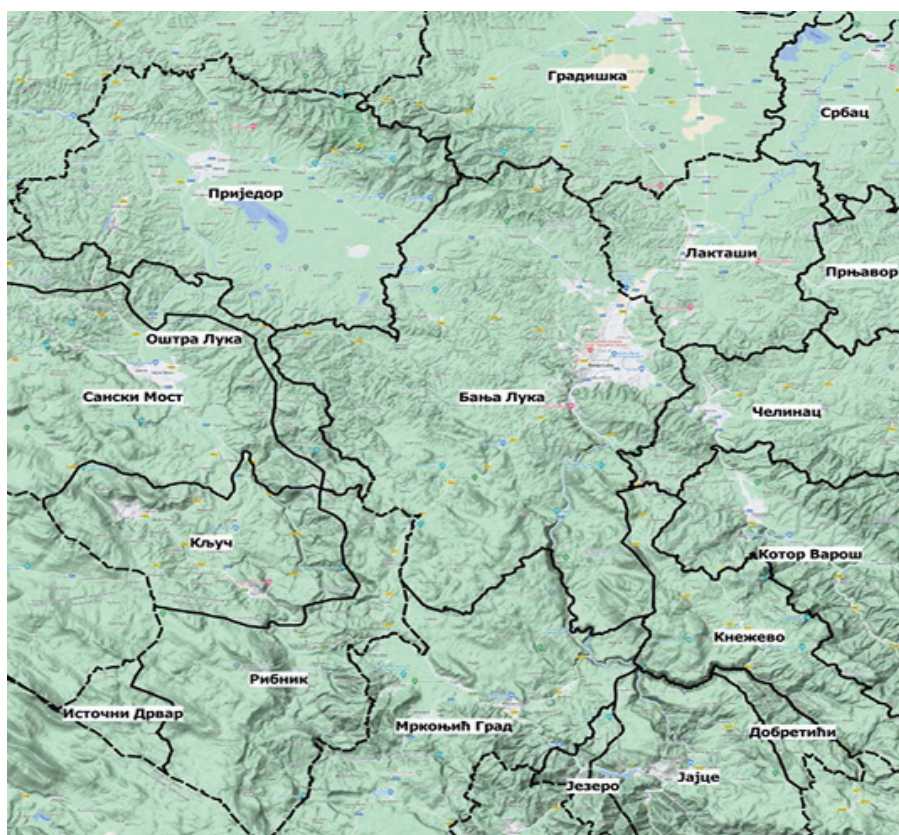
U periodu od 1981–2010. godine nisu zabilježene veće promjene padavina, ali smanjenjem broja padavinskih dana većih od 1,0 mm i povećanjem broja dana sa intenzivnim padavinama poremećen je pluviometrijski režim. Izražena promjena godišnjeg rasporeda padavina uz povećanje temperature jedan je od ključnih faktora koji uslovljavaju češće i intenzivnije pojave suše i poplava na teritoriji Banjaluke (UNFCCC). U periodu 1961–2014. veći dio teritorije Bosne i Hercegovine karakterisalo je neznatno povećanje količine padavina na godišnjem nivou. Linearni trendovi za višegodišnji period 1961–2014. upućuju na stagnaciju ili neznatan porast količine padavina na prostoru cijele Bosne i Hercegovine.

Prostor Republike Srpske, tokom perioda 2000–2022. godine je imao karakteristike ekstremnih vremenskih uslova: poplave 2000, 2001, 2009, 2010, 2014, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022; suša i toplotni talasi 2003, 2007, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2021. i 2022; talas hladnoće početkom 2012, olujni vjetrovi 2012, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 (Trbić, Popov, 2023).

PRIRODNO-GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE BANJA LUKE

Položaj Banjaluke i otvorenost prema sjeveru utiče na klimatske karakteristike, posebno na raspored padavina i cirkulaciju vazdušnih masa. Veliku ulogu imaju i reljefne karakteristike, zbog prelaznog prostora između Dinarida i Panonske oblasti i relativno male nadmorske visine. Po geografskom položaju područje Banjaluke ima umjerenu klimu sa karakteristikama koje se javljaju pod uticajem Panonske nizije i Dinarida.

Područje grada Banja Luka je ukupne površine 1239 km², odnosno predstavlja 4,9 % ukupne teritorije Republike Srpske. Najveći grad Republike Srpske je smješten u sjevero - istočnom rubnom dijelu, u banjalučkoj kotlini, na 44°62'27" sjeverne geografske širine i 17°01'44" istočne geografske dužine, na nadmorskoj visini od 164 m. Grad Banja Luka smješten je u sjeverozapadnom dijelu Republike Srpske i sa susjednim opštinama čini jednu geografsku cjelinu.



Slika 1. Geografski položaj Banja Luke

(Izvor: Lokalni ekološki akcioni plan Banja Luka 2022-2027. godine)

Opšta karakteristika ovog područja u orografskom smislu je postepeno izdizanje reljefa, od savske kotline na sjeveru prema jugu. Na sjeveru, na niskom brežuljkastom reljefu, se ističu planine Motajica, Prosara, Kozara, a između njih smješteno je Lijevče polje, nadmorske visine 90-100 m. Centralni dio terena gdje je dijelom smješten grad Banja Luka,

Trendovi pluviometrijskog režima na prostoru Banja Luke – analiza uticaja na vodne resurse

uz druge niže planine zauzimaju i planine Manjača i Osmača. Između južnih padina Kozare i sjevernih padina Manjače, odnosno istočnih i sjeveroistočnih dijelova Majdanske planine, smještena je prijedorsko-omarska dolina. Vertikalni raspon grada kreće se od 140 m n.v./obala Vrbasa-Zalužani do 1339 m.n.v./Goli vis –Čemernica, dok središnji dio grada leži na nadmorskoj visini od 164 m.

Na klimatsku sliku Banjaluke utiču struje suptropskog pojasa, visokog vazdušnog pritiska i subpolarnog pojasa, niskog vazdušnog pritiska, te za posljedicu ima smjenu polarnih i tropskih vazdušnih masa. Prisutne su vazdušne mase polarnog porijekla, struje sa Atlantika, cikloni sa Sredozemnog i Jadranskog mora i anticikloni koji dolaze iz kontinentalnog dijela Azije (Lokalni ekološki akcioni plan za grad Banjaluku za period 2016-2021. godine).

REZULTATI I DISKUSIJA

Analiza pluviometrijskog režima na prostoru Banjaluke

Promjene u pluviometrijskom režimu padavina, donose češću pojavu suša, pad riječnog vodostaja tokom ljetnog perioda, ali i češću pojavu poplava, odnosno bujičnih tokova što se najviše odražava u sektoru vodoprivrede.

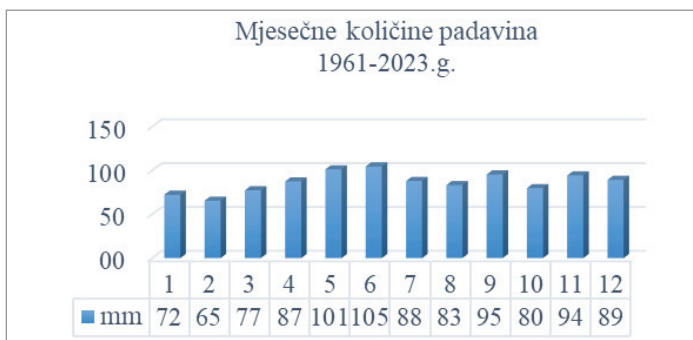
Srednje mjesečne i godišnje količine padavina

Pluviometrijski režim na prostoru Banjaluke ima elemente maritimnog i kontinentalnog uticaja. Na sljedećoj tabeli je dat prikaz srednje mjesečne i godišnje količine padavina u Banjaluci za period od 1961-2023. godine. Ukupna godišnja količina padavina iznosi 1036,8 mm, što daje prosječnu mjesečnu količinu od 86,5 mm. Najviše padavina se javlja u junu 104,5 mm, a to je rezultat ciklonalne aktivnosti. Pljuskove tokom proljeća i ljeta izazivaju lokalne depresije. Minimalne padavine su tokom zime, što je posljedica prodora suvih i hladnih vazdušnih masa sa sjevera. Javljaju se dva maksimuma u maju i junu, kao i dva minimuma padavina u januaru i februaru. Uočen je porast broja dana s konvektivnim padavinama odnosno intenzivnijim padavinama što za posljedicu ima povećanje sume padavina po sezonama, a djelimično i na godišnjem nivou.

Tabela 1. Srednje mjesečne i godišnje količine padavina (mm) u Banjaluci za period od 1961- 2023. godine

JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	Godišnja
72,3	65,4	77,4	87,4	101,2	104,5	87,9	83,2	95,4	79,7	94,3	89,3	1036,8

(Izvor: RZS RS)



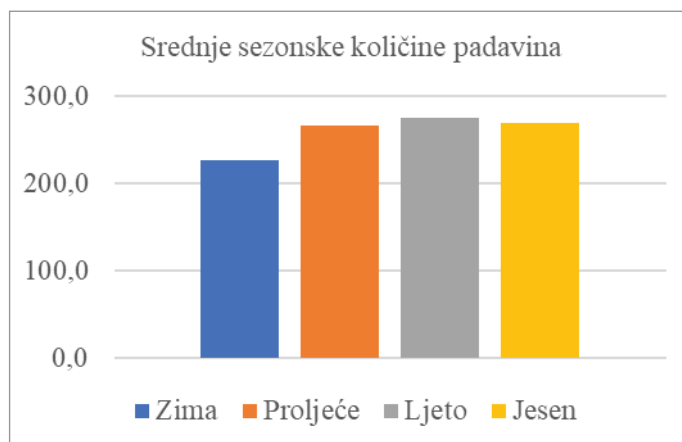
Grafik 1. Srednje mjesečne količine padavina u Banja Luci u period od 1961-2023. godine (Izvor: RZS RS)

Na osnovu analize srednje sezone količine padavina u period od 1961-2023. godine u Banjaluci se tokom ljetnih mjeseci izluči najviše padavina 275,6 mm, odnosno 26,58%. Dok je minimum padavina tokom zime 227,0 mm odnosno 21,89%. U vegetacionom period kada su padavine odnosno vlaga najpotrebnija, naročito u poljoprivredi, izluči se 53,98% padavina.

Tabela 2. Srednje sezone količine padavina (mm i %) u Banjaluci za period od 1961-2018. godine

	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen	Vegetacioni period
mm	227,0	266,0	275,6	269,4	559,7
%	21,89	25,65	26,58	25,98	53,98

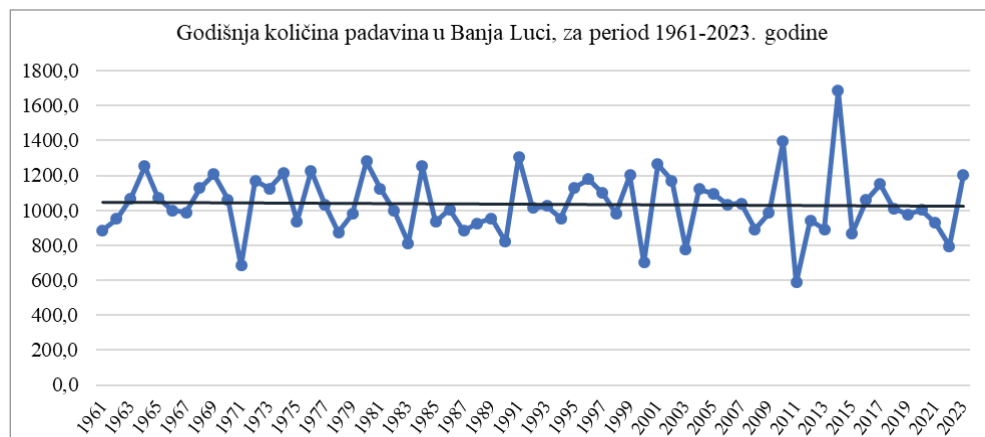
(Izvor: RZS RS)



Grafik 2. Srednje sezone količine padavina u Banja Luci u period od 1961-2023. godine (Izvor: RZS RS)

Ako se posmatra pluviometrijski režim u Banja Luci za period od 1961-2023. godine, može se uočiti da nije izražen linearni trend promjene padavina. Najveće promjene su izražene u vremenskoj raspodjeli padavina, odnosno da se ekstremni suficiti i deficiti padavina u poslednjoj dekadi javljaju nekoliko puta. Zbog povećanog intenziteta padavina i njegove veće promjenljivosti, kao i zbog povećanog udjela jakih kiša u ukupnoj količini padavina, povećan je rizik od poplava.

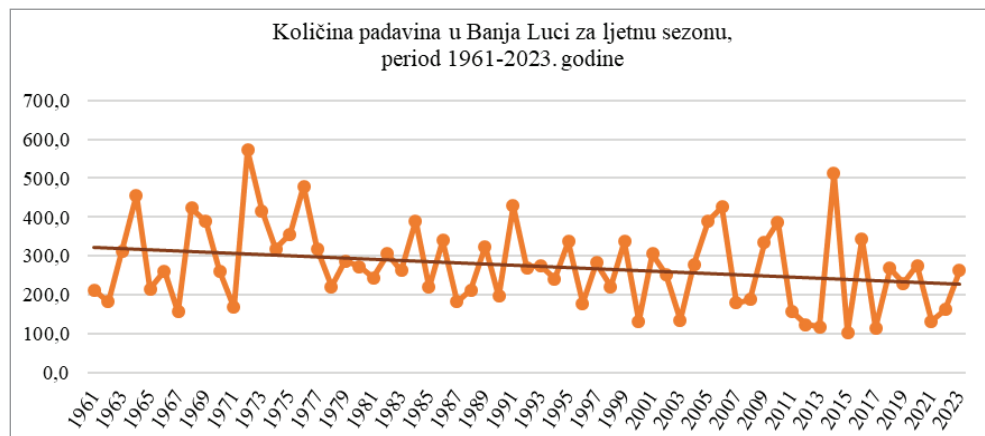
Trendovi pluviometrijskog režima na prostoru Banja Luke – analiza uticaja na vodne resurse



Grafik 3. Godišnja količina padavina u Banja Luci, za period 1961-2023. godine (Izvor: RZS RS)

Promjene i trendovi padavina izraženije su po sezonama nego na godišnjem nivou. Promjene u količini padavina nisu zabilježene, u velikoj mjeri je poremećen pluviometrijski režim, odnosno godišnja raspodjela. Na prostoru Banja Luke za period 1961-2023. godinu u ljetnom periodu linearni trend je u padu, odnosno u poslednjoj dekadi je zabilježen suficit padavina tokom ljetnog perioda. Izražena promjena godišnjeg rasporeda padavina uz povećanje temperature jedan je od ključnih faktora koji uslovljavaju češće i intenzivnije pojave suše i poplava na prostoru Banja Luke. Najizraženiji problem su vezani za poplave duž rijeke Vrbas i njenih glavnih pritoka. Poplave i bujice se javljaju uglavnom u proljeće kao posljedica otapanja snijega, pojačanih i jakih višednevnih padavina. Najnepovoljnija situacija se javlja u mjesecima april-maj zbog dugotrajnih i intenzivnih kišnih perioda.

Posljednje velike poplave zabilježene su sredinom maja 2014. godine. Poplave su uslijedile nakon višednevnih padavina (najveće padavine u zadnjih 120 godina) što je doprinijelo ekstremnom porastu vodostaja u izuzetno kratkom roku.



Grafik 4. Godišnja količina padavina u Banja Luci za ljetnu sezonu, period 1961-2023. godine (Izvor: RZS RS)

Na osnovu analize meteoroloških podataka na prostoru Banja Luke, godišnja suma padavina pokazuje najveću zavisnost od reljefa, ali i od kontinentalnosti prostora i putanje atmosferskih poremećaja koji uslovljavaju kišno vrijeme. Maksimalna padavina u Banjaluci se javlja krajem proljeća i početkom ljeta što je odlika kontinentalnog režima padavina. Količina godišnjih padavina se nije znatno promijenila, smanjen je broj dana u godini tokom kojih su zabilježene kišne padavine, ali je istovremeno povećan broj dana tokom kojih su zabilježene intenzivne kišne padavine.

Jedan od najznačajnijih segmenata uticaja klimatskih promjena je uticaj na stanje voda, odnosno vodnih potencijala. Sve učestalije poplave i suše, te ostali poremećaji prirodnog režima voda, prouzrokovani globalnim klimatskim promjenama, kao i krize u snabdijevanju vodom za piće, pokušavaju se ublažiti uz pomoć strategija i planova adaptacije na klimatske promjene. Takav pristup zahtijeva izradu strategija i planova integralnog upravljanja. Pri izradi ovakvih planova i njihovom provođenju, sa ciljem što racionalnijeg korištenja i zaštite vodnog potencijala, trebaju učestvovati svi relevantni faktori na lokalnom, regionalnom i globalnom nivou. Kontinuiran monitoring je neophodan kao naučna baza pri odgovoru na određene promjene u vodnim potencijalima prouzrokovane ljudskim aktivnostima ili klimatskim promjenama. Vodni potencijali i njihova ugroženost, obzirom na klimatske promjene, je sve očiglednija. Voda kao resurs predstavlja jedan od vodećih faktora razvoja i najznačajniji prirodni resurs. Zbog toga je od velikog značaja potreba za monitoringom i uočavanjem promjena u promjenama pluviometrijskog režima (Zekanović, 2019).

ZAKLJUČNE KONSTATACIJE

Kroz analizu i trendove padavina na prostoru Banja Luke za period 1961-2023. godina može se zaključiti da je trend padavina konstantan, međutim odstupanja se javljaju periodično, na sezonskom nivou. Najveći problem promjene pluviometrijskog režima manifestuje se tokom proljetnih mjeseci, kada se javljaju intenzivne padavine, odnosno deficit padavina, što za rezultat dovodi do pojave izlivanja rijeka iz korita i bujičnih poplava

Promjene u količinama padavina imaju negativan uticaj na sadašnji sistem upravljanja vodnim resursima. Očekuje se da će vodni sistemi biti izloženi uticajima koji su povezani sa klimatskim promjenama. Generalno se kao posljedica klimatskih promjena mogu očekivati promjene u godišnjem rasporedu vodostaja kao i kvalitetu vode. Takođe, na osnovu analize pluviometrijskog režima tokom ljetne sezone (JJA) u Banja Luci, očekivano je produženje bezvodnih i suvih perioda, kao rezultat smanjenih količina padavina tokom ljeta. Rezultat takvih promjena u trendovima pluviometrijskog režima dovode do potreba i potražnje za rješavanjem problema navodnjavanja i uopšte na racionalnom korištenju vodnih resursa. Nivo vode u riječnim tokovima će opasti, naročito u toku ljeta i rane jeseni, što će utjecati na kvalitet vode, na kontinuitet snabdijevanja pitkom vodom (posebno u ruralnim zajednicama) i na turizam.

Izrada strategija i analiza vodnih resursa neophodan je iz različitih oblasti i struke, kako bi akcenat bio na upravljanju rizicima od poplava, zaštiti od suše i požara.

LITERATURA

Локални еколошки акциони план за град Бањалуку за период 2016-2021. године. Бањалука, децембар, 2015 године. (http://www.banjaluka.rs.ba/wp-content/uploads/2017/08/leap_2015.pdf) (Pristupljeno 1. april. 2025.)

Локални еколошки акциони план за град Бањалуку за период 2022-2027.. године. Бањалука, децембар, 2022. године. (<https://www.banjaluka.rs.ba/wp-content/uploads/2023/12/LEAP-2022-2027-kona%C4%8Dna-verzija.pdf>) (Pristupljeno 1. april. 2025.)

Trendovi pluviometrijskog režima na prostoru Banja Luke – analiza uticaja na vodne resurse

PRVI NACIONALNI IZVJEŠTAJ BOSNE I HERCEGOVINE U SKLADU SA OKVIRNOM KONVENCIJOM UJEDINJENIH NACIJA O KLIMATSKIM PROMJENAMA. (Oktobar 2009). Ministarstvo trgovine i ekonomskih odnosa BiH, Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju RS, Ministarstvo okoliša i turizma Federacije BiH. UNDP BiH. Banja Luka.

Republički zavod za statistiku Republike Srpske (rzs.rs.ba)

Trbić G., Popov T. (2023) *Klimatske promjene i životna sredina – trendovi i moguće posljedice*. Jakupović E., Govedar Z. (urednici) Značaj klimatskih promjena za životnu sredinu. Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Banja Luka, Zbornik radova: 1–16.

Trbić G., Ducić V., Rudan N., Anđelković G., Marković S. (2011). *Ekstremne padavine u Republici Srpskoj (analiza 2010. 2011. godine)* Гласник/Herald, 15, 81–94.

Zekanović I., (2019). *Impacts of Climate Change on Water Resources of the Republic of Srpska (Entity of Bosnia and Herzegovina)-Geopolitical Aspect*, https://doi.org/10.1007/978-3-030-03383-5_24, Book series: Climate Change Adaptation in Eastern Europe – Managing Risks and Building Resilience to climate change, Springer, Cham, Switzerland, p.p. 351-368.

http://www.unfccc.ba/site/pages/ranjivost_prilagodjavanje.php (Pristupljeno 1. april. 2025.)

UDK: 911.37:314.87(497.11)
DOI: 10.5937/PNZPZS2502147R
Pregledni naučni rad

TRANSFORMACIJA POPULACIONE VELIČINE NASELJA OPŠTINA ARANĐELOVAC I LAZAREVAC KAO POSLEDICA DEPOPULACIJE

Radoslav Ranković¹

Apstrakt: Različiti faktori, među kojima su i demografski, bitno utiču na nastanak i razvoj naselja. Nepovoljni demografski tokovi i proces depopulacije mogu značajno uticati na promenu populacione veličine naselja. Za istraživani prostor odabrana su naselja opština Aranđelovac i Lazarevac, a promena broja stanovnika, udela urbanog stanovništva u ukupnom i smena populacionih kategorija naselja praćene su tokom tri popisa u 21. veku. Cilj rada je bio utvrditi da li se odabrane opštine razlikuju po pitanju demografskih tokova svojih naselja. U opštini Aranđelovac tokom poslednjeg međupopisnog perioda nije bilo naselja sa povećanjem broja stanovnika, dok je u drugoj opštini u tom periodu bilo čak sedam takvih naselja. Udeo gradskog stanovništva ovih opština se takođe razlikuje tokom analiziranog perioda. U opštini Aranđelovac je u dvadesetogodišnjem periodu udeo gradskog stanovništva povećan za manje od 4%, dok je u opštini Lazarevac ovaj pokazatelj porastao za preko 11% u istom periodu. Naposljetku, populaciona veličina naselja se takođe značajno transformisala tokom 21. veka, ali sa izvesnim razlikama između opština. U aranđelovačkoj opštini je gotovo 80% naselja promenilo populacionu kategoriju, a u lazarevačkoj oko 60% naselja. Jedina naselja s progresivnom promenom su Vrbica (prigradsko naselje opštine Aranđelovac) i Vrbovno (opština Lazarevac), dok su naselja sa najintenzivnijom regresivnom smenom populacione kategorije Vreoci (pet kategorija unazad), Zeoke (tri kategorije unazad) i Vukosavci (dve kategorije unazad). Kroz ovaj rad ustanovljeno je da se susedne opštine mogu odlikovati značajno različitim demografskim tokovima.

Ključne reči: populaciona veličina naselja, demografski tokovi, Aranđelovac, Lazarevac, depopulacija.

TRANSFORMATION OF THE POPULATION SIZE OF THE SETTLEMENTS IN THE MUNICIPALITIES OF ARANĐELOVAC AND LAZAREVAC AS A CONSEQUENCE OF DEPOPULATION PROCESS

Abstract: Various factors, including demographic ones, significantly influence the formation and development of settlements. Unfavorable demographic trends and the process of depopulation can have a major impact on changes in settlement population sizes. For the purposes of this study, the municipalities of Aranđelovac and Lazarevac were selected as the research area. Changes in the number of inhabitants, the share of the urban population, and shifts in settlement population categories were observed across three censuses conducted in the 21st century. The aim of this paper was to determine whether the selected

¹ Doktorand Geografskog fakulteta Univerziteta u Beogradu; Stipendista Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije; rankovicradoslav3@gmail.com; ORCID: 0009-0004-1885-0502.

municipalities exhibit different demographic trends in their settlements. In the municipality of Arandelovac, no settlements recorded an increase in population between 2011 and 2022, whereas in Lazarevac, as many as seven settlements experienced population growth during that period. The share of the urban population also varied between the two municipalities over the analyzed period. In Arandelovac, the urban population increased by less than 4% over a twenty-year span, while in Lazarevac, this indicator rose up by more than 11%. Furthermore, the population size categories of settlements have undergone significant transformations during the 21st century, but with differences between the municipalities. In Arandelovac, nearly 80% of all settlements changed their population category, compared to approximately 60% in Lazarevac. The only settlements that experienced progressive changes were Vrbica (a suburban settlement in Arandelovac) and Vrbovno (municipality of Lazarevac). In contrast, the most pronounced regressive changes in population category were observed in Vreoci (five categories decrease), Zeoke (three categories), and Vukosavci (two categories). This study confirms that even neighboring municipalities can exhibit significantly different demographic flows.

Keywords: population size of settlements, demographic flows, Arandelovac, Lazarevac, depopulation.

UVOD

Na čitavom prostoru Srbije, različiti faktori uticali su na formiranje i razvoj naselja. Pre svih, demografski tokovi doprineli su pojavi izraženih razlika među naseljima, kada je reč o njihovoj populacionoj veličini, ali uopšte i o demografskim karakteristikama stanovništva koje ih naseljava (Živanović, 2018). Za nastanak i razvoj naselja presudan uticaj imali su reljef, hidrografske uslovi, istorijske prilike, udaljenost od gradskog naselja i opremljenost saobraćajnom infrastrukturom. Treba naglasiti da populaciona veličina naselja varira, ali često se javlja zakonitost da ona opada s udaljavanjem od gradskog naselja, u kom je izražena i najveća koncentracija ljudi. Takozvana „superkoncentracija“ stanovništva s jedne i retka naseljenost s druge strane, posledica su migracija na relaciji selo–grad (Mijanović, 2011).

Premda su ove miracije započete u periodu između dva svetska rata, a vrhunac dostigle tokom druge polovine 20. veka (Ивановић Баришћ, 2015), i dalje se dešava da se stanovništvo mnogih delova Srbije seli iz seoskih naselja u gradove. Stoga, depopulacija seoskih naselja u Srbiji predstavlja veliki izazov na početku 21. veka (Marković et al., 2025). Međutim, i gradska naselja su takođe zahvaćena ovim procesom, budući da je u periodu 2011–2022. godine detektovan pad broja stanovnika u 89% gradskih naselja u Srbiji (Антонић, 2024).

Budući da je za veći deo teritorije Srbije karakterističan proces depopulacije, važno je utvrditi potencijalno postojanje i onih naselja koja recentno beleže povećanje broja stanovnika, posebno kada je reč o populacionom rastu seoskih naselja. Cilj rada jeste ispitati demografske tokove naselja odabranih opština, kroz analizu promene broja stanovnika, udela gradskog stanovništva i smenu populacionih kategorija naselja. U skladu s tim, osnovna hipoteza je da se analizirane opštine razlikuju po pitanju demografskih tokova u predmetnom periodu. Takođe, pretpostavka je i da, uprkos depopulaciji, postoji izvesna progresivna smena populacionih kategorija kod bar pojedinih prigradskih naselja, a da se najintenzivnija regresivna smena populacionih kategorija javlja kod naselja koja su smeštena na višoj nadmorskoj visini, dalje od glavnih saobraćajnica ili opštinskog centra ili u zoni rudarskih radova.

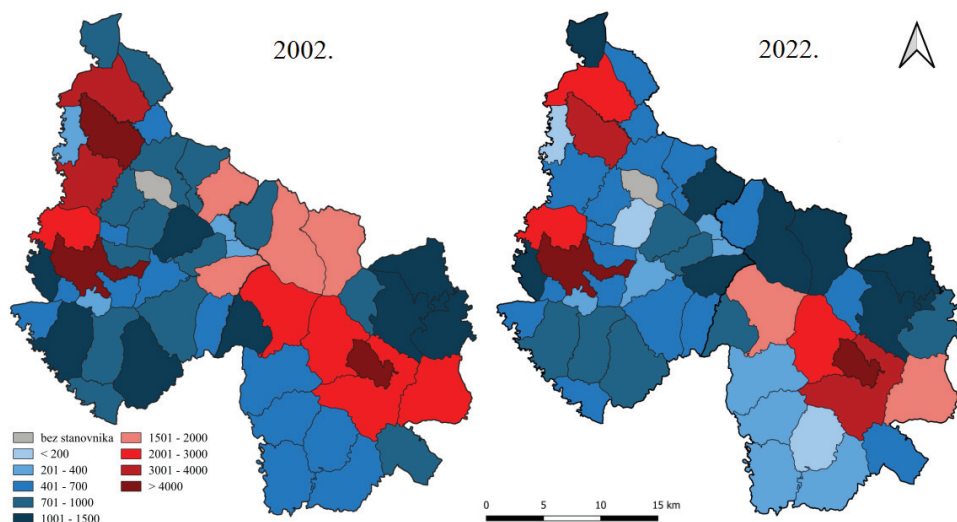
METODOLOGIJA

Za potrebe ovog istraživanja odabran je prostor opština Aranđelovac i Lazarevac, koje, iako susedne, odlikuju se različitim društveno-ekonomskim razvojem, zahvaljujući svojim prirodnim potencijalima, ali i administrativno-teritorijalnoj pripadnosti. Gradska opština Lazarevac pripada Beogradskoj oblasti i na njenoj teritoriji se izdvaja 34 naselja. S druge strane, opština Aranđelovac pripada Šumadijskoj oblasti i obuhvata ukupno 19 naselja. Obe odabrane opštine poseduju po jedno gradsko naselje, koja predstavljaju opštinske centre. U radu su korišćeni podaci Republičkog zavoda za statistiku za tri realizovana Popisa stanovništva, domaćinstava i stanova u 21. veku (P3C, 2014; P3C, 2023), na osnovu kojih je sprovedena kategorizacija naselja prema populacionoj veličini, i to na sledeće kategorije: do 200 stanovnika, 201–400, 401–700, 701–1.000, 1.001–1.500, 1.501–2.000, 2.001–3.000, 3.001–4.000 i preko 4.000 stanovnika. Naselje Sakulja u opštini Lazarevac je izuzeto iz ove klasifikacije, budući da je u potpunosti raseljeno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Posmatrajući promenu broja stanovnika, zapažaju se značajne razlike između odabranih opština. Ukoliko se analizira indeks promene broja stanovnika 2002–2022. godine, na teritoriji opštine Aranđelovac došlo je do populacionog rasta samo u prigradskom naselju Vrbica. U opštini Lazarevac je u istom periodu broj stanovnika porastao u naseljima Vrbovno, Lazarevac, i prigradskim naseljima Lukavica, Petka i Šopić. Međutim, uvidom u indeks promene broja stanovnika tokom poslednjeg međupopisnog perioda uočavaju se određene razlike. U opštini Aranđelovac nema naselja sa populacionim rastom, dok je u opštini Lazarevac sedam naselja u kojima je evidentiran porast broja stanovnika. To su pomenuta naselja (Lazarevac, Lukavica, Petka i Šopić), kao i naselja Dren, Cvetovac i Šušnjar. Naselje Cvetovac, s populacionim rastom od 5% u periodu 2011–2022. godine, predstavlja neočekivani ishod analize, budući da se nalazi u zoni direktne eksploatacije lignita. Ovo naselje i Stubica jedina su dva naselja analizirane teritorije koja su klasifikovana kao demografski vitalna naselja (Дробњаковић, 2019), mada je to verovatnije produkt statističke slučajnosti.

U prilog postojanja različitosti demografskih tokova naselja ovih opština, uzeto je i tumačenje udela gradskog stanovništva tokom poslednja tri popisa. U opštini Aranđelovac je još na početku posmatranog perioda gradsko stanovništvo bilo dominantno (51,7%), dok je u lazarevačkoj opštini tokom 2002. godine urbano stanovništvo činilo 38,9% ukupnog stanovništva. Opštinu Aranđelovac odlikuje i sporiji (ravnomerniji) rast urbane populacije, budući da je na poslednjem popisu udeo gradskog stanovništva iznosio 55,4%. Nasuprot tome, urbano stanovništvo u opštini Lazarevac je postalo većinsko tek 2022. godine (50,1%). Izvesno je da na rast urbanog stanovništva ove opštine utiče preseljavanje stanovništva iz naselja u zoni rudarskih radova. Na to upućuju vrednosti indeksa promene broja stanovnika 2002–2011. godine za naselja Vreoci (13,9) i Zeoke (20,5). Za potrebe egzaktnije analize izvršena je klasifikacija naselja odabranih opština. Naselja su grupisana prema odabranim populacionim kategorijama, u cilju generalizacije rezultata istraživanja.



Slika 1. Pripadnost naselja analizirane teritorije po populacionim kategorijama tokom 2002. i 2022. godine (Izvor: Autor prema P3C, 2014; P3C, 2023)

Na slici 1 se jasno uočava, tokom obe godine, da su u određenim delovima opština grupisana populaciono najveća naselja. U opštini Arandelovac to su naselja Darosava, Bukovik, Arandelovac, Vrbica i Banja, koja su tokom 2002. godine imala preko 2.000 stanovnika. Na ovakvu teritorijalnu organizaciju stanovništva uticali su reljef (doline Peštana i Kubršnice), kao i pružanje glavne saobraćajnice na teritoriji ove opštine (državni put prvog B reda broj 27). Ovaj kompaktni areal naselja preseca teritoriju opštine u pravcu severozapad–jugoistok na dva dela. Severno od njega nalaze se naselja srednjih populacionih kategorija (701–2.000), dok se južno nalaze ona naselja koja su kategorisana kao populaciono najmanja u ovoj opštini. S druge strane, naselja populaciono većih kategorija grupisana su u zapadnom delu opštine Lazarevac. U ovom slučaju su isti faktori predodredili organizaciju naselja. U zapadnom delu opštine smeštena je dolina Kolubare, Ibarska magistrala, te železnička pruga Beograd–Bar. Značajnija redistribucija stanovništva tokom dvadesetogodišnjeg perioda ispoljena je u zoni eksploatacionih radova, što je uticalo i na smenu populacionih kategorija naselja.

U populacionoj kategoriji preko 4.000 stanovnika, prema podacima za 2022. godinu, nalazi se samo dva naselja. Reč je o opštinskim centrima, jedinim gradskim naseljima ovih opština – Arandelovac i Lazarevac. Baveći se fenomenom urbanog opadanja, Đurkin (2024) naglašava da se naselje Arandelovac na početku 21. veka nalazi među naseljima koja pripadaju kategoriji urbanog opadanja. S druge strane, naselje Lazarevac pripada neopadajućim gradovima, „koji su zabeležili pozitivnu trajektoriju urbane populacije” (Đurkin, 2024, str. 38). Naselje Arandelovac je tokom poslednja dva međupopisna perioda beležilo smanjenje ukupnog broja stanovnika, i to nešto intenzivnije 2011–2022. godine, kada se broj stanovnika ovog naselja smanjio za 7,7%. Nasuprot tome, naselje Lazarevac je u istom periodu odlikovalo povećanje broja stanovnika, ali značajnije 2002–2011. godine. Populacioni rast je najpre iznosio 14,4%, a potom od 2011. do 2022. godine 6,3%.

Preko 4.000 stanovnika imalo je i naselje Veliki Crljeni tokom popisa 2002. i 2011. godine. Vukašinović (2024) ističe naselje Veliki Crljeni kao jedan od sekundarnih centara u opštini Lazarevac, na čiju se teritoriju doseljava stanovništvo sa teritorije opštine i drugih delova Srbije, što je podstaknuto ekonomskim prednostima života u ovoj opštini. Međutim,

uporednom analizom podataka o broju stanovnika ovog naselja za poslednja tri popisa stanovništva, to se ne može tvrditi. Tokom oba analizirana međupopisna perioda ovo naselje karakterisala je depopulacija, što je rezultiralo promenom populacione kategorije ovog naselja na poslednjem popisu stanovništva (3.001–4.000 stanovnika).

Uprkos funkciji centra zajednice seoskih naselja (Службени лист Града Београда, 2012), naselje Veliki Crljeni je u poslednjem međupopisnom periodu izgubilo 440 stanovnika. Osim ovog naselja, na teritoriji opštine Lazarevac izdvajaju se još i naselja Vreoci i Stepojevac, ali samo na početku posmatranog perioda. Naselje Stepojevac se odlikuje konstantnom depopulacijom u 21. veku, a promena populacione kategorije ovog naselja usledila je 2011. godine. Prema popisu 2002. godine pripadalo je naseljima 3.001–4.000 stanovnika, nakon čega prelazi u kategoriju naselja 2.001–3.000 stanovnika, koju i zadržava na poslednjem popisu.

Naselje Vreoci, kao i naselje Vukosavci u arandelovačkoj opštini, jedina su dva naselja koja su na početku 21. veka, tj. u prva dva međupopisna perioda, dvaput menjala populacionu kategoriju. Naselje Zeoke ovde nije uvršteno, jer je do njegovog intenzivnog praznjenja došlo u periodu 2011–2022. godine, zbog čega ono nije dvaput menjalo populacionu kategoriju, već jednom i to naglo za tri kategorije unazad. Naselja Vreoci i Zeoke se nalaze u zoni eksploatacionog područja lignita „Rudarskog basena Kolubara“, međutim, za Vreoce je u prvoj deceniji 21. veka prognozirano preseljenje oko hiljadu domaćinstava, što predstavlja najintenzivnije preseljenje na teritoriji ove opštine. Do 2015. godine je planirano raseljavanje 95% stanovništva ovog naselja (Đukićin et al., 2014). Međutim, poslednjim popisom je ustanovljeno da su Vreoci i dalje naseljeni. Prema podacima RZS-a, u ovom naselju je 2022. godine živelo nešto manje od petine stanovništva u odnosu na 2011. godinu (17,4%). Istraživanje je pokazalo da je mlađe stanovništvo bilo sklonije preseljenju, dok se jedan deo starijeg stanovništva oštro protivio preseljenju iz ovog naselja. U slučaju da se stanovništvo Vreoca i održi na postojećoj lokaciji u budućnosti, neophodno je poraditi na poboljšanju kvaliteta životne sredine i životnog standarda lokalnog stanovništva (Petrić, 2005).

Naselje Vukosavci je 2002–2022. godine bilo pogođeno najintenzivnijom depopulacijom na teritoriji opštine Arandelovac (indeks promene broja stanovnika 54,9). Ujedno je 2022. godine postalo prvo naselje ove opštine koje pripada populaciono najmanjoj kategoriji (do 200 stanovnika). Ovo naselje Дробњакoвић (2019) uvršćuje među depopulacijska naselja, sa nepovoljnim demografskim obeležjima. Vukosavci su 2011. godine pripadali kategoriji naselja 201–400 stanovnika, zajedno sa susednim Jelovikom, a 2002. godine su zajedno sa naseljima Bosuta, Garaši, Jelovik i Gornja Trešnjevica bili uvršteni u kategoriju 401–700 stanovnika. Ova naselja međusobno čine klaster u jugozapadnom pograničnom delu opštine. Topografija terena uticala je na slabiju koncentraciju stanovnika na njihovoj teritoriji, što se ogleda i kroz proces ustaljene depopulacije. Upravo je ovih pet naselja izgubilo najveći procenat stanovništva tokom dve decenije. Indeksi promene broja stanovnika iznose: 47,9 za Bosutu, 54,9 za Gornju Trešnjevicu, 56,5 za Jelovik i 61,5 za Garaše.

Vrbica je jedino naselje opštine Arandelovac koje je 2002–2022. zabeležilo populacioni rast i to za oko 10%. Reč je o prigradskom naselju, koje poseduje brojne funkcije. Posmatrano ponaosob, u prvom međupopisnom periodu je i naselje Orašac zabeležilo populacioni rast, od svega 1,5%. I na teritoriji opštine Lazarevac mogu se izdvojiti pojedina prigradska naselja u kojima je identifikovan populacioni rast. U periodu 2011–2022. godine to su Lukavica, Petka, Šopić i Šušnjar. Nijedno od ovih naselja tokom celog posmatranog perioda nije promenilo populacionu kategoriju. Naselja Lukavica i Šušnjar pripadala su kategoriji 401–700 stanovnika, Petka 1.001–1.500 stanovnika, a Šopić 2.001–3.000 stanovnika. Lazarevačka naselja, koja takođe nisu menjala populacionu kategoriju tokom predmetnog perioda su Prkosava, Strmovovo i Stubica (201–400), Burovo, Kruševica, Sokolovo i Županjac (401–700), Barzilovica i Mali Crljeni (701–1.000) i opštinski centar. Na teritoriji opštine Arandelovac,

Transformacija populacione veličine naselja opština Arandelovac i Lazarevac kao posledica depopulacije

uz gradsko naselje, ističu se još tri naselja koja nisu menjala populacionu kategoriju 2002–2022. godine. To su naselja Orašac i Stojnik (1.001–1.500) i Bukovik (2.001–3.000). Odnos između naselja koja nisu menjala populacionu kategoriju tokom dvadesetogodišnjeg perioda (bez naselja Sakulja) iznosi 2:1 (42%:21%) u korist opštine Lazarevac.

Na teritoriji opštine Lazarevac značajno je pomenuti još i naselja Vrbovno i Sakulja. Vrbovno je najsevernije naselje ove opštine, koje je zabeležilo porast broja stanovnika u prvom međupopisnom periodu u ovom veku, kao i promenu populacione kategorije progresivno. Tokom 2002. godine uvršteno je u naselja 701–1.000 stanovnika, nakon čega je pregrupisano u kategoriju naselja 1.001–1.500 stanovnika. Ovo je i jedino naselje u kom je na poslednjem popisu stanovništva živio broj stanovnika ekvivalentan onom iz 2011. godine (1.042 stanovnika). Naselje Sakulja nalazi se u zoni basena lignita. Iako postoji u administrativnom pogledu, demografski je potpuno ispražnjeno. Reč je o planskom raseljavanju ovog naselja, za potrebe širenja površinskih kopova. Ovo naselje je raseljeno 1984. godine, što znači da već četiri popisa u njemu nije živio nijedan stanovnik. U zoni direktne eksploatacije lignita, osim Sakulje i Vreoca, nalaze se i naselja Baroševac, Burovo, Zeoke, Junkovac, Mali Crljeni, Medoševac, Sokolovo i Cvetovac. U budućnosti se može očekivati pojava intenzivnije depopulacije ovih naselja, usled raseljavanja zarad proširenja rudarskog basena.

ZAKLJUČAK

Teritorije opština Arandelovac i Lazarevac se odlikuju različitim demografskim tokovima, uprkos međusobnom graničenju. Rezultati ovog istraživanja su od značaja jer predstavljaju dokaz da se teritorijalna reorganizacija stanovništva na malom prostoru može potpuno različito odvijati u dve susedne opštine, u relativno kratkom vremenskom intervalu (20 godina). Zajedničko obema opštinama je da su populaciono veća naselja smeštena u dolinama većih rečnih tokova, odnosno duž glavnih saobraćajnica. Međutim, ove opštine se značajno razlikuju po pitanju kretanja broja stanovnika njihovih naselja, promene udela gradskog stanovništva tokom analiziranog perioda i smene populacionih kategorija naselja.

Naselja Vukosavci u opštini Arandelovac i Vreoci u opštini Lazarevac predstavljaju demografske ekstreme (svako u svojoj opštini), budući da su u periodu 2002–2022. godine zabeležila najveći gubitak stanovništva (54,4% Vukosavci i 86,1% Vreoci). Time je opravdana pomoćna hipoteza da su depopulacijom najintenzivnije pogođena ona naselja koja se nalaze na višim nadmorskim visinama (Vukosavci), odnosno ona u zoni eksploatacije lignita (Vreoci). Takođe, u opštini Arandelovac ne postoje naselja koja su tokom poslednjeg međupopisnog perioda zabeležila rast stanovništva, dok je u opštini Lazarevac tokom istog perioda bilo čak sedam naselja sa evidentiranim populacionim rastom. Ono što je predstavljalo svojevrsni iznenađujući podatak tokom interpretacije rezultata istraživanja je populacioni rast naselja Cvetovac tokom poslednjeg međupopisnog perioda.

Promena udela gradskog stanovništva ovih opština, kao i smena populacionih kategorija naselja, potvrđuju hipotezu o razlikama u demografskim tokovima ovih opština. Urbano stanovništvo opštine Arandelovac je ravnomernije raslo u poređenju sa urbanim stanovništvom opštine Lazarevac. Udeo gradskog stanovništva u lazarevačkoj opštini je nadmašio udeo seoskog stanovništva tek na poslednjem popisu, dok je u slučaju druge opštine urbano stanovništvo činilo većinu još tokom početka 21. veka. Najzad, uvidom u dinamiku promena populacionih kategorija, utvrđeno je da je 3/5 naselja u opštini Lazarevac menjalo populacionu kategoriju 2002–2022. godine, odnosno 4/5 naselja u opštini Arandelovac. Vrbica i Vrbovno su jedina naselja za koja se vezuje pojam progresivne smene populacione kategorije u dvadesetogodišnjem periodu, ali zahvaljujući povećanju broja stanovnika između 2002. i 2011. godine. S druge strane, naselje Vreoci je simbol najintenzivnije depopulacije i višestruke retrogradne smene populacione kategorije, „vrativši se unazad“ ne za jednu ili dve, već za pet populacionih kategorija (od kategorije 3.001–4.000 iz 2002. godine do kategorije 401–700 stanovnika tokom 2022. godine).

LITERATURA

- Vukašinović, S. (2024). Demographic aspects of the planned resettlement of settlements in Lazarevac municipality. In I. Marinković and M. Galjak (eds.). *Proceedings of the International Scientific Conference Population in post-Yugoslav countries: (Dis)similarities and Perspectives* (pp. 86–87). Belgrade: Institute of Social Sciences. DOI: 10.59954/PPYCDSP2024.50
- Đukićin, S., Đorđević, J. & Milanković, J. (2014). Spatial and social changes caused by the continuous exploitation of lignite in the Kolubara lignite basin, Serbia. *Acta geographica Slovenica*, 54(1), 41–49. DOI: 10.3986/AGS54102
- Đurkin, D. (2024). Urbana realnost Srbije na početku 21. veka – Demografski aspekt. *Demografija*, 21, 25–52. DOI: 10.5937/demografija2421025D
- Živanović, Z. (2018). Prilog diskusiji o tipologiji naselja Srbije. *Demografija*, 15, 33–49. DOI: 10.5937/demografija1815033Z
- Marković, K., Radivojević, A.R. & Marković, R.S. (2025). Depopulation in the Visok micro-region: Toward demographic and economic revitalization. *Open Geosciences*, 17(1), 20220703. DOI: 10.1515/geo-2022-0703
- Mijanović, D. (2011). Seoska naselja opštine Nikšić – osvrt na populacionu dinamiku i veličinu naselja. *Vaspitanje i obrazovanje*, 2, 49–62.
- Petrić, J. (2005). Residents' view on resettlement issue of Vreoci: Sustainability or phrases. *Spatium*, 12, 12–17. DOI: 10.2298/SPAT0512012P
- Антонић, Б. (2024). Градови у Србији после пописа 2022. године: Нови развој кроз урбано опадање!?. У Јевтић, А. (ур.). *Зборник радова са 20. Научно-стручне конференције са међународним учешћем „Урбанизам и одрживи развој“* (стр. 129–137). Нови Пазар: Удружење урбаниста Србије. DOI: 10.46793/Urbanizam24.129A
- Дробњаковић, М. (2019). *Развојна улога руралних насеља централне Србије*. Београд: Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, посебна издања, књига 95.
- Ивановић Баришић, М. (2015). Миграције село–град у другој половини 20. века у Србији. *Гласник Етнографског института САНУ*, 63(3), 595–608. DOI: 10.2298/GEI1503595I
- РЗС (2014). *Упоредни преглед броја становника 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002. и 2011. Подаци по насељима*. Београд: Републички завод за статистику.
- РЗС (2023). *Старост и пол. Подаци по насељима*. Београд: Републички завод за статистику.
- Службени лист Града Београда (2012). *Просторни план Градске Општине Лазаревац*. Београд: Град Београд – Служба за информисање.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

711.1:352.078(082)(0.034.2)

711.4:352.078(082)(0.034.2)

**НАУЧНО-стручни скуп са међународним учешћем Планска и нормативна
заштита простора и животне средине (13 ; 2025 ; Вршац)**

Zbornik radova mladih istraživača [Elektronski izvor] / Trinaesti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine, 24-26. april 2025. god., Vršac ; organizuju Asocijacija prostornih planera Srbije [i] Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet ; [urednik Mario Miličević]. - Beograd : Asocijacija prostornih planera Srbije : Univerzitet, Geografski fakultet, 2025 (Beograd : Planeta print). - 1 USB fleš memorija ; 1 x 2 x 5 cm

Sistemske zahteve: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovnog ekrana. - Tiraž 100. - Uvodna reč / Mario Miličević. - Napomene i bibliografske reference uz radove. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-6283-165-1 (GF)

a) Просторно планирање -- Зборници b) Урбанистичко планирање -- Зборници v)
Локална самоуправа -- Зборници

COBISS.SR-ID 172084233



PLANSKA I
NORMATIVNA
ZAŠTITA
PROSTORA I
ŽIVOTNE
SREDINE

ORGANIZATORI SKUPA



Asocijacija prostornih planera Srbije



Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet



Grad Vršac