

ECOLOGICA

UDC:502.7

ISSN 0354 - 3285

No - 115 • Beograd, 2024. • Godina XXXI

Samo u pretplati



Izdavač:

**Naučno-stručno Društvo za
zaštitu životne sredine Srbije
"ECOLOGICA"**

ECOLOGICA

Научно-стручно друштво за заштиту животне средине Србије

припрема издавање Тематског зборника изабраних радова Међународне научне конференције

ОДРЖИВОСТ И АДАПТАЦИЈА ЕКОНОМИЈЕ НА КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ

одржане у Београду, 22-24. априла 2024. године

ТЕМАТСКЕ ОБЛАСТИ

1. Климатске промене и глобално отопљавање
2. Социоекономски аспекти адаптације на климатске промене
3. Нове методе обавештавања о природним катастрофама
4. Примена дрона у време природних катастрофа и учесталих климатских промена.
5. Развој 5G мреже у циљу повећања енергетске ефикасности
6. Енергетска транзиција и мере декарбонизације
7. Зелена агенда за земље Западног Балкана
8. Национални план за енергетику и климу
9. Значај дигитализације за одрживост различитих сектора економије
10. Улога циркуларне економије у решавању економских проблема
11. Биогеохемија и развој нових метода рециклирања отпада
12. Биоремедијација земљишних и водних ресурса
13. Значај 4. индустријске револуције за остваривање циљева Зелене економије
14. Развој и примена обновљивих извора енергије
15. Улога органске пољопривреде у развоју Зелене економије
16. Финансирање пројеката заштите животне средине
17. Управљање вештачком интелигенцијом (AI)
18. Менаџмент ризика

Радове за Тематски зборник (монографију) треба послати на енглеском језику (обима 16 страна А4 формата, фонт 12 pt) до 15 децембра 2024. на e-mail: ecologica.drustvo@gmail.com. Котизација за објављивање рада – поглавља у монографији износи 20.000 дин. и уплаћује се на текући рачун Друштва „ECOLOGICA“: 200-2718500101033 - 84, Банка Поштанска штедионица. Информације на тел. (+3811) 3244 248.

ISSN 0354-3285
UDC: 502.7
COBISS.SR – ID 80263175

ECOLOGICA

Godina XXXI, Broj 115, Beograd 2024.

NAUČNO-STRUČNO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE SRBIJE
ECOLOGICA

Osnivač i izdavač

NAUČNO-STRUČNO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE SRBIJE ECOLOGICA
Adresa: Beograd, Kneza Miloša 7a, tel/fax (011) 32 44 248; e-mail: ecologica.drustvo@gmail.com;
URL: www.ecologica.org.rs; Tekući račun: 200 – 2718500101033 – 84, Banka Poštanska Štedionica;
PIB - 101600071; Matični broj – 17057057.

Za izdavača: Emeritus prof. dr Larisa Jovanović, Predsednik Društva ECOLOGICA

Publisher

SCIENTIFIC PROFESSIONAL SOCIETY FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION OF SERBIA - ECOLOGICA

Suizdavač: Institut opšte i fizičke hemije, Beograd

Co-publisher: Institute of General and Physical Chemistry, Belgrade

Glavni urednik / Editor in chief: Emeritus prof. dr Larisa Jovanović

Štampa: Akademska izdanja, d.o.o., Zemun

Slika na koricama: Labudovi (London, Hyde Park). Foto: dr Svetlana Kurklinsky

Kompjuterska grafička obrada: ms Dejan Anđelković

Korektura i lektura: doc. dr Milan Brkljač

URL časopisa ECOLOGICA: www.ecologica.org.rs/?page_id=21

Uputstvo za pripremu radova: www.ecologica.org.rs/?page_id=219

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

502.7

ECOLOGICA / glavni urednik Larisa Jovanović, God. 1, broj 1 (1994) – Beograd
(Kneza Miloša 7a): Naučno-stručno društvo za zaštitu životne sredine Srbije –
Ecologica, 1994 – (Zemun : Akademska izdanja) - 28 cm

Tromesečno

ISSN 0354 – 3285 = Ecologica

COBISS.SR – ID 80263175

Štampanje časopisa pomaže

Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije

Posebnu zahvalnost Upravni odbor Naučno-stručnog društva „Ecologica“ izražava
organima, rukovodstvu i Stručnoj službi Saveza inženjera i tehničara Srbije za podršku
u realizaciji Programa rada Društva „Ecologica“

Glavni urednik / Editor in chief

Emeritus prof. dr Larisa Jovanović, ALFA BK Univerzitet, Beograd

Odgovorni urednici / Associate editors

Prof. dr Slavko Mentus, redovni član SANU, Fakultet za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu,

Prof. dr Boris Kuzman, naučni savetnik, Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd

Prof. dr Vladan Joldžić, Institut za kriminološka i sociološka istraživanja, Beograd

Međunarodni uređivački odbor / International Editorial board

Prof. dr Vadim Ermakov, GEOHI RAS, Moscow, Russian Federation

Prof. dr Sergej Ostroumov, MSU "Lomonosov", RF

Prof. dr Vyacheslav Zaitsev, Astrakhan State Technical University, RF

Dr Vladimir Safonov, GEOHI RAS, Moscow, RF

Prof. dr Alexandr Syso, Institute of Soil Science and Agrochemistry, RAS, Novosibirsk, RF

Prof. dr Elena Ponomarenko, Faculty of Political Economy, Peoples Friendship University, Moscow, RF

Prof. dr Jaume Bech Borrás, University of Barcelona, Spain

Prof. dr Srdjan Redzepagic, University Sophia Antipolis, France

Prof. dr Bekmamat Djenbaev, Nacionalna akademija, Bishkek, Kirgizstan

Prof. dr Neven Duić, University of Zagreb, Croatia

Prof. dr Igor Stubelj, University of Primorska, Koper, Slovenia

Prof. dr Petar Hristov, Free University Varna, Bulgaria

Assoc. prof. dr Anelia Nenova, Free University Varna, Bulgaria

Prof. dr Velizara Pencheva, University of Ruse, Bulgaria

Prof. dr Hristo Beloev, University of Ruse, Bulgaria

Prof. dr Atanas Atanasov, University of Ruse, Bulgaria

Assoc. prof. dr Margarita Filipova, University of Ruse, Bulgaria

Dr Franz Brandstätter, Naturhistorisches Museum, Wien, Austria

MSc Isabel Airas, Climate-KIC, Germany

Dr Agni Vlavianos-Arvanitis, Biopolitics, Athens, Greece

Dr Svetlana Kurklinsky, Oklahoma State University, Tulsa, OK, USA

Prof. dr Valentin Vladut, INMA Bucharest, Romania

Prof. dr Sorin Bungescu, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Timișoara, Romania

Prof. dr Nataša Markovska, ICEIM-MANU, North Macedonia

Prof. dr Nedim Suljić, University of Tuzla, BiH

Uređivački odbor/ Editorial board

Emeritus prof. dr Hasan Hanić, BBA, Beograd

Emeritus prof. dr Života Radosavljević, Univerzitet Union - Nikola Tesla

Dr Dragica Stanković, Institut za multidisciplinarna istraživanja, Beograd

Dr Igor Marić, predsednik Saveza inženjera i tehničara Srbije

Prof. dr Ljubinko Jovanović, Univerzitet Edukons, Sremska Kamenica

Prof. dr Antonije Onjia, Tehnološko-metalurški fakultet, BU, Beograd

Dr Stevan Blagojević, IOFH, Beograd

Prof. dr Vladimir Džamić, ALFA BK Univerzitet, Beograd

Prof. dr Jozefina Beke Trivunac, ALFA BK Univerzitet, Beograd

Prof. dr Marijana Joksimović, ALFA BK Univerzitet, Beograd

Prof. dr Drinka Peković, Alfa BK Univerzitet, Beograd

Prof. dr Boško Jovanović, Matematički fakultet, BU, Beograd

Prof. dr Vladimir Tomašević, FIM, Univerzitet Union - Nikola Tesla, Beograd

Prof. dr Mario Lukinović, Pravni fakultet, Univerzitet Union, Beograd

Doc. dr Milan Brkljač, ALFA BK Univerzitet, Beograd

Doc. dr Ozren Uzelac, Ekonomski fakultet, Subotica

Doc. dr Suzana Balaban, ALFA BK Univerzitet, Beograd

Doc. dr Dragan Živković, ALFA BK Univerzitet, Beograd

Prof. dr Aleksandra Nastasović, IHTM, Beograd

Prof. dr Olja Munitlak Ivanović, PMF, Novi Sad

Dr Jovan Zubović, Institut ekonomskih nauka, Beograd

Prof. dr Violeta Šiljak, Evropski centar za mir i razvoj Univerziteta za mir UN, Beograd

Prof. dr Dejan Filipović, Geografski fakultet, BU, Beograd

Dr Ana Čučulović, Institut za primenu nuklearne energije, Zemun

Dr Ivan Pavlović, Naučni institut za veterinarstvo, Beograd

Prof. dr Milan Radosavljević, FPSP, Univerzitet Union - Nikola Tesla, Beograd

Prof. dr Maja Anđelković, FSOM, Univerzitet Union - Nikola Tesla, Beograd

Prof. dr Dragan Jovašević, Pravni fakultet, Niš

Prof. dr Miloš Pavlović, Ekonomski fakultet, Kosovska Mitrovica

Izdavački savet / Publisher board

Prof. dr Dejan Erić, Beogradska Bankarska Akademija

Milorad Panjević, Alfa BK Univerzitet, Beograd

Mr Bogdan Vlahović, Generalni sekretar SITS

Danica B. Karić, docent, Alfa BK Univerzitet, Beograd

Naučna politika časopisa ECOLOGICA

Časopis „ECOLOGICA“ nalazi se u kategoriji vrhunskih nacionalnih časopisa (M51) Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije.

Izdavač časopisa Naučno-stručno društvo „ECOLOGICA“ objavilo je prvi broj časopisa 1994. godine, i od tada časopis izlazi u kontinuitetu četiri puta godišnje.

Časopis ECOLOGICA opremljen je svim neophodnim elementima i oznakama, u skladu sa zakonom, kojim se uređuje izdavačka delatnost (ISSN, CIP katalogizacija, UDK klasifikacija, Cobiss - ID).

Svakom naučnom radu primljenom za objavljivanje u časopisu ECOLOGICA dodeljuje se DOI broj i međunarodni standardni UDK broj a za svakog autora se navodi ORCID identifikator.

Časopis objavljuje radove koji se bave kvalitetom životne sredine i zaštitom i unapređenjem kvaliteta životne sredine. Zbog interdisciplinarnog i multidisciplinarnog karaktera tematike u zaštiti životne sredine, radovi objavljeni u časopisu pripadaju Društveno-humanističkom, Prirodno-matematičkom i Tehničko-tehnološkom polju i sledećim naučnim oblastima:

Nauke o zaštiti životne sredine, Hemijske nauke, Biotehničke nauke, Inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu, Ekonomske nauke, Menadžment i biznis, Pravne nauke, Sociološke nauke, a takođe užim naučnim oblastima: Ekološki menadžment, Geochemijske osnove ekološkog menadžmenta, Biogeochemija životne sredine, Fizička hemija, Menadžment prirodnih resursa, Održivi razvoj, Indikatori održivog razvoja, Zelena ekonomija, Ekoturizam, Cirkularna ekonomija, Ekološko inženjerstvo, Tehnologije primene obnovljivih izvora energije, Biotehnologije u zaštiti životne sredine, Socijalna korporativna odgovornost, Socijalni aspekti zaštite životne sredine, Ekonomska politika, Ekološko pravo, Finansiranje zaštite životne sredine, Kvalitet i bezbednost proizvoda, Standardi zaštite životne sredine, Integrisani standardi zaštite kvaliteta i bezbednosti proizvoda. Unapređenje kvaliteta vodnih i zemljišnih resursa, Unapređenje kvaliteta vazduha, Ublažavanje klimatskih promena itd.

Časopis „ECOLOGICA“ objavljuje radove u kojima se istražuju različiti teorijski i empirijski problemi iz navedenih oblasti.

Časopis „ECOLOGICA“ objavljuje radove zasnovane na fundamentalnim, primenjenim i razvojnim istraživanjima koja se odvijaju u različitim zemljama sveta i u Srbiji.

Naučna saradnja sa predstavnicima Međunarodnog uređivačkog odbora iz 15 zemalja sveta: Ruske Federacije, Španije, Nemačke, Austrije, Francuske, Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Bugarske, Rumunije, Kirgistan, Kazahstan, Severne Makedonije, Grčke i SAD, daje mogućnost razmene iskustava u odabiru i pripremi radova za objavljivanje u časopisu „ECOLOGICA“.

Naši autori crpe inspiraciju za naučne radove na međunarodnim naučnim konferencijama posvećenim svetskom Danu planete Zemlje, koje Naučno Društvo „ECOLOGICA“ redovno održava tokom 20 godina.

Teme Međunarodnih Konferencija bile su aktualna svetska zbivanja u oblasti nauka o životnoj sredini: Održivi razvoj, Milenijumski ciljevi razvoja, Klimatske promene, Globalno otopljanje, Zeleni rast i Zelena ekonomija, Cirkularna ekonomija, Zakonska regulativa u oblasti zaštite životne sredine, Nove tehnologije za zaštitu životne sredine, Finansiranje novih projekata zaštite životne sredine, Zelena energetika, Ekoturizam, Organska proizvodnja, Značaj 4. industrijske revolucije za zaštitu životne sredine, Uticaj pandemije COVID-19 na ekonomiju i životnu sredinu, Monitoring i digitalizacija parametara životne sredine i mnoge druge.

Multidisciplinarnost i aktuelnost tematskih oblasti obuhvaćenih našim konferencijama privlače mnoge naučnike iz različitih zemalja i naučno-obrazovnih institucija (državnih i privatnih univerziteta, naučnih instituta, visokih škola i akademija).

Uređivačka politika časopisa ECOLOGICA

Uređivačka politika časopisa ECOLOGICA usklađena je s Pravilnikom o kategorizaciji i rangiranju naučnih časopisa (Službeni glasnik RS, broj 159 od 30. decembra 2020.).

Tematske, teorijske i metodološke smernice zbog multidisciplinarnosti tematike časopisa ECOLOGICA povezane su s različitim oblastima nauke. Metodološke smernice opisane su u Uputstvu, koje se obično nalazi na kraju svakog broja časopisa ECOLOGICA. Najnovije Uputstvo priloženo prvom broju časopisa iz 2022. godine sadrži sve neophodne informacije za autore u vezi pripreme radova za objavljivanje u časopisu, u skladu s Pravilnikom o kategorizaciji i rangiranju naučnih časopisa.

Časopis objavljuje originalne naučne i pregledne radove, koji su prošli proveru na plagijarizam i dobili pozitivna mišljenja recenzentata. Spisak recenzentata se daje u prvom broju časopisa iz svake kalendarske godine. Radovi moraju biti napisani na srpskom ili engleskom jeziku i uljućuju apstrakte na engleskom i srpskom jeziku.

Recenzenti su dužni da kvalifikovano i u zadatim rokovima dostave glavnom uredniku ocenu naučne vrednosti rukopisa. Recenzenti vode posebnu brigu o stvarnom naučnom doprinosu i originalnosti rukopisa.

Recenzija mora sadržati objektivan i precizan pregled rukopisa. Sud recenzentata mora biti jasan i potkrepljen argumentima. Od recenzentata se očekuje da svojim sugestijama unaprede kvalitet rukopisa. Ako procene da rad zaslužuje objavljivanje uz korekcije, dužni su da predlože načine pomoću kojih korekcija može da se ostvari.

Rukopis poslat recenzentu smatra se poverljivim dokumentom.

Svaki autor snosi moralnu i etičku odgovornost za podatke objavljene u radu.

Uredništvo časopisa proverava prihvatljivost naučnog rada za objavljivanje pomoću međunarodnih proverivača na plagijarizam.

Konačnu odluku o prihvatanju rukopisa za objavljivanje donosi isključivo glavni urednik časopisa.

Glavni urednik i članovi uredništva dužni su da preduzmu sve razumne mere da recenzenti ostanu anonimni tokom i nakon procesa evaluacije u skladu s procedurom. Recenzije se arhiviraju zbog spornih slučajeva, kad se autori ne slažu s mišljenjem recenzentata.

SADRŽAJ / CONTENT

<i>Andrea Andrejević Panić, Slobodan Cvetanović, Srdjan Milićević, Danica Mulić</i>	
Environmental performance of countries and the policy of greening the economy / Ekološki učinak zemalja i politika ozelenjavanja privrede	249
<i>Tiana Anđelković, Tijana Milanović, Branislav Dimitrijević</i>	
Finansiranje zaštite životne sredine u Vranju u periodu od 2021-2023. godine / Financing of environmental protection in Vranje for period 2021-2023	258
<i>Vladimir N. Bashkin</i>	
Ecological risk assessment of POPs under transboundary air pollution in Europe / Procena ekološkog rizika od POPs u prekograničnom zagađenju vazduha u Evropi	265
<i>Снежана Брајевић, Жељко Целетовић, Марко Станимировић, Предраг Димовски, Александар Симић, Гордана Андрејић, Никола Милановић, Урош Алексић / Snežana Brajević, Željko Dželetović, Marko Stanimirović, Predrag Dimovski, Aleksandar Simić, Gordana Andrejić, Nikola Milanović, Uroš Aleksić</i>	
Хемијски састав <i>Helichrysum italicum</i> гајеног на земљишту типа смоница / The chemical composition of <i>Helichrysum italicum</i> grown on vertisol	275
<i>Владимир Васић, Братислав Кисин, Гордана Јанчић, Звонимир Баковић / Vladimir Vasić, Bratislav Kisin, Gordana Jančić, Zvonimir Baković</i>	
Одрживо финансирање заштићених подручја на примеру ЈП „Србијашуме“: могућности и изазови / Sustainable funding of protected areas on the example of SE “Srbijašume”: opportunities & challenges	282
<i>Larisa Jovanović, Aleksandra Stojkov Pavlović</i>	
The current state and future trends of the energy system in Serbia / Sadašnje stanje i budući trendovi energetskeg sistema u Srbiji	291
<i>Branislava Matić, Igor Vukelić, Zorica Mrkonjić, Zorana Srećkov, Vesna Vasić, Mirjana Bojović</i>	
Contemporary water management and agroforestry ecosystem services nexus contribution in addressing global issues from local perspective / Nekus savremenih usluga upravljanja vodama i ekosistemskih usluga agrošumarstva i njihov doprinos u rešavanju globalnih izazova iz lokalne perspektive	297
<i>Звонимир Баковић, Владимир Васић, Марко Казимировић, Братислав Кисин, Гордана Јанчић / Zvonimir Baković, Vladimir Vasić, Marko Kazimirović, Bratislav Kisin, Gordana Jančić</i>	
Иновативна решења у спровођењу зелене агенде у Србији на примеру пројекта „Зелено плава Србија“ у функцији одрживог пошумљавања, неге шума и здраве животне средине / Innovative solutions in the implementation of the green agenda in Serbia on the example of the project “Green Blue Serbia” in the function of sustainable forestry, forest care and healthy environment	304
<i>Анђелка Рачић, Боривоје Балтезаревић / Anđelka Račić, Borivoje Baltezarević</i>	
Вештачка интелигенција у породично правним поступцима: етичко правни концепт / Artificial intelligence in family law: ethical and legal concept	313
<i>Aleksandra Stojkov Pavlović, Larisa Jovanović</i>	
Sustainable energy transition with reference to the state and potential of renewable energy sources of Serbia and region countries / Održiva energetska tranzicija s osvrtom na stanje i potencijale obnovljivih izvora energije Republike Srbije i zemalja okruženja	321
<i>In Memoriam</i>	
Prof. dr Dragan Veselinović (1930-2024)	329

Uputstvo za pripremu rada / Instructions for the preparation of the papers

Dragan Petrović, Zorana Filipova

Adrese institucija gde su zaposleni autori, adrese elektronske pošte (e-mail) i ORCID ID svih autora

Original rukopisa treba da bude odštampan na belom papiru formata A4 (210 x 297 mm). Rukopis je ograničen na 8-10 stranica A4 formata, font 10 Arial, uključujući slike, tabele, grafikone, reference i drugo.

Na stranicama rukopisa margine treba da budu: gornja i donja 3 cm, leva i desna 2.2 cm. Na sredini prve stranice rukopisa napisati naslov rada (na srpskom i engleskom) slovima veličine 14 (Arial bold). Ispod naslova ispisati slovima veličine 11 imena autora (italik) i nazive institucija (takođe na srpskom i engleskom) (normal). Rad kucati s proredom 1 (single), font 10, tip slova Arial. Podnaslove pisati velikim slovima, font 10, tip slova Arial.

Rad pripremljen u MS Wordu treba poslati elektronskom poštom na mail adresu: ecologica.drustvo@gmail.com

SAŽETAK I ABSTRACT

Na početku rada treba dati kratak sadržaj (po pravilu do 200 reči) u Sažetku (na srpskom) i Abstract-u (na engleskom jeziku), kao i ključne reči (keywords) na srpskom i engleskom jeziku.

UVOD / INTRODUCTION

U Uvodnom delu se navode reference radova prethodnika sa kratkim komentarom. Takođe u tom delu treba pomenuti tematski povezane radove autora i koautora predmetnog rada. U Uvodu autori označavaju cilj rada i metodode naučnih istraživanja. Osim diskriptivnih metoda treba navesti metode komparativne analize, a takođe klasične dialektičke metode. U slučaju istraživanja u oblasti prirodnih i tehničkih nauka se primenjuju specijalne instrumentalne metode, gde je neophodna laboratorijska oprema. Statističke metode obrade podataka služe u svim oblastima naučnih istraživanja.

1. MATERIJALI I METODE / MATERIALS AND METHODS

U ovom delu se navodi opis uzoraka koji su uzeti na analizu sa naznakom lokaliteta. Neophodno je navesti oznake opreme, kao i tehnike i metode kojima su obavljene analize. U slučaju originalnih metoda autora treba priložiti opis metoda i opreme. U oblasti društvenih nauka neophodno je napomenuti, šta je predmet istraživanja.

2. REZULTATI I DISKUSIJA / RESULTS AND DISCUSSION

Tabele, slike, grafikoni i dr. mogu da budu u jednoj ili dve kolone. Iznad tabele treba da stoji naziv, npr.

Tabela 1 - Rezultati eksperimentalnih merenja

Ispod ilustracije treba da stoji objašnjenje, npr.: *Slika 1 - Rezultati simulacije procesa*

Nazive tabela i grafikona takođe dati na srpskom i engleskom jeziku.

Formule numerisati rednim brojevima u malim zagradama. Pozivanje na formule u tekstu vrši se navođenjem odgovarajućeg rednog broja u malim (okruglim) zagradama:

$$\overline{R}_u = L_4 + L_3 F_x \left(\frac{\overline{U}_{pm} - \overline{U}_{gm}}{U_{pm}^2} \right) \quad (1)$$

U ovom odeljku se takođe vrši upoređenje rezultata koje su dobili autori s podacima iz radova navedenih u spisku referenci, što predstavlja osnovu diskusije.

ZAKLJUČAK / CONCLUSION

U Zaključku se sažeto navode rezultati istraživanja autora predmetnog rada.

Zahvalnica / Acknowledgements

Navodi se naziv i broj projekta Ministarstva preko kojeg su finansirana istraživanja prikazana u radu.

LITERATURA / REFERENCES

Literatura (skorijeg datuma: 2010. i novija) se u tekstu navodi prezimenom autora i godinom publikovanja: (Petrović, 2019), (Janković, Marković, 2020). U slučaju kad postoji više autora u tekstu se navodi samo prezime prvog autora: (Jovanović i dr., 2020) ili (Johnson et al., 2021). Reference u spisku literature se navode azbučnim (abecednim) redom:

Petrović, S. (2019). *Zaštita vodnih resursa*, Naučna knjiga, Beograd, 403 str.

Smith, G. (2020). Title of the article, *Chem. Phys.*, 65 (4), pp. 19-35.

Svi radovi podležu recenziji, a za originalnost, kvalitet i verodostojnost rezultata odgovorni su isključivo autori.

Pregledni radovi, kao i radovi iz ekonomije, prava, menadžmenta, turizma i dr. mogu imati osim klasičnih podnaslova takođe podnaslove opisnog karaktera.

U sve radove neophodno je uvoditi elemente istraživanja. U radove iz društvenog polja neophodno je uključivati komparativne metode, a takođe analize Studija slučajeva (Case Study).

Environmental performance of countries and the policy of greening the economy

Ekološki učinak zemalja i politika ozelenjavanja privrede

Andrea Andrejević Panić¹, Slobodan Cvetanović^{2}, Srdjan Milićević³, Danica Mulić⁴*

^{1,2,4}Educons University, Faculty of Business Studies, Vojvode Putnika 87, Sremska Kamenica, Serbia / Univerzitet Edukons, Fakultet za poslovne studije, Vojvode Putnika 87, Sremska Kamenica, Srbija

³Metropolitan University, Faculty of Management, Belgrade, Serbia / Univerzitet Metropolitan, Fakultet za menadžment, Beograd, Srbija

* Corresponding author / Autor za prepisku

Received / Rad primljen: 05.07.2024, Accepted / Rad prihvaćen: 13.08.2024.

Abstract: The concept of green economy is broader in scope than the content of green growth in the sense that, in addition to the economic and environmental aspects, it also relies on the social component of sustainable development. This means that the policy of green growth represents an instrument of the policy of greening the economy through which production is increased while strictly considering the exploitation of natural capital in the development of economic activities. The basis of the policy of greening the economy is that it is possible to grow the gross domestic product per capita with reduced consumption of natural capital, which in the theoretical context is explained by the logic of the decoupling concept of the ecological Kuznets curve. A hypothesis was put forward according to which the correctness of these analytical concepts can be confirmed based on the latest data on the quality of the environmental performance of countries shown in the 2024 Environmental Performance Index (EPI) and the level of Gross Domestic Product per capita (GDP pc) in certain countries, which implicitly proves that leading economies are at the forefront in implementing the policy of greening the economy.

Keywords: policy of greening the economy, ecological performance of countries, natural capital.

Sažetak: Koncept zelene ekonomije je širi po obimu od zelenog rasta u smislu da se, pored ekonomskog i ekološkog aspekta, oslanja i na socijalnu komponentu održivog razvoja. To znači da politika zelenog rasta predstavlja instrument politike ozelenjavanja privrede kojim se povećava proizvodnja uz striktno uvažavanje eksploatacije prirodnog kapitala u razvoju privrednih delatnosti. Osnova politike ozelenjavanja privrede je da je moguć rast bruto domaćeg proizvoda po glavi stanovnika uz smanjenu potrošnju prirodnog kapitala, što se u teorijskom kontekstu objašnjava logikom koncepta radvajanja ekološke Kuznjecove krive. Izneta je hipoteza prema kojoj se ispravnost ovih analitičkih koncepata može potvrditi na osnovu najnovijih podataka o kvalitetu ekoloških performansi zemalja prikazanih u Indeksu ekoloških performansi (EPI) za 2024. i nivou bruto domaćeg proizvoda po glavi stanovnika (BDP pc) u pojedinim zemljama, što implicitno dokazuje da vodeće ekonomije prednjače u sprovođenju politike ozelenjavanja privrede.

Ključne reči: politika ozelenjavanja privrede, ekološki učinak zemalja, prirodni kapital

¹orcid.org/0000-0003-4688-3171, e-mail: andrea.andrejevic@educons.edu.rs

²orcid.org/0000-0002-4469-381X, e-mail: prof.cvet@gmail.com

³orcid.org/0000-0002-6452-8125, e-mail: srdjan.milicevic@metropolitan.ac.rs

⁴orcid.org/0009-0006-6313-7794, e-mail: danica.mulic@educons.edu.rs

INTRODUCTION

Considering capital as all factors that contribute to the conduct of economic activities, i.e., factors that contribute to the creation of gross domestic product (GDP), it is possible to list their elementary distinction into natural (ecological), created, and human capital. Natural capital includes all natural resources and all environmental functions that are necessary for human life and the performance of economic activities, as well as biodiversity on Earth (Barbier, 2019). Created or produced capital is practically everything created by man. Human capital encompasses the total knowledge, education, and skills possessed by individuals. These broadly defined forms of capital generally correspond to the traditional factors of production- land, labor, and capital. In the long-dominant neoclassical theory, created capital is the key to economic growth, while human capital was more seriously represented only in the theoretical explanations of economic growth and development that emerged in the last decade of the previous century. As for natural capital, it can be said that it had the status of a production factor in classical economic science, but it was not included in neoclassical models of economic growth. Even when it was included in some forms of the production function in a rudimentary form, it was mostly assumed to be substitutable with created and/or human capital. In other words, it was assumed that no matter how much natural capital is reduced as a result of production, as long as this reduction is compensated by an increase in created and/or human capital, the output will remain unchanged (Harris & Roach, 2021).

Unlike the neoclassical approach, ecological economics recognized the significance of natural capital as a factor in increasing production and improving human well-being, treating it simultaneously as a possible limitation to economic growth. Accepting the complementarity of natural and created capital, it is clear that economic growth is limited by the form of capital that is in the shortest supply. Contrary to the time when the economic system was relatively small in scale compared to the entire global ecosystem (where created capital was de facto the limiting factor), in the conditions of an exponentially growing population and accelerated economic growth, natural capital has evidently become potentially limiting factor of production.

In the years of the last decade of the twentieth century, the thesis that sustainable development is unattainable in an economy that uncontrollably consumes natural capital to ensure growth became dominant in development economics. Moreover, it became increasingly evident that sustainable

growth and development could only be discussed in an economy that objectively values ecological assets, applies a pricing policy that respects ecological costs, and implements regulatory changes that ensure the transfer of ecological values into market incentives, accounting for ecological costs in the gross domestic product. The synonym for such economic functioning in recent times is the concept of green economy, which stands out not only as a widely accepted approach and way of thinking but also increasingly as a business model.

The policy of greening the economy was at the center of interest at the United Nations Conference in Rio de Janeiro in 2012. The concept of a green economy is by its nature extremely complex. It consists of various initiatives and as such appears at all political, managerial, and entrepreneurial levels. It includes research and development of new technologies, new policies and schools of thought, the creation of new concepts, as well as lifestyles and habits.

The aim of the paper is: a) to explicate the policy of greening the economy, b) to reflect on the logic of the Decoupling Concept and the Ecological Kuznets Curve, whose messages are an important starting point in the policy of greening the economy, and c) to establish the nature of the interdependence between the quality of countries' environmental performance and their level of economic development on a global scale using the latest statistical data.

The following research hypothesis is set:

H0: The quality of countries' environmental performance expressed by the EPI index correlates with the level of GDP per capita, which simultaneously indirectly indicates the success of these countries in implementing the policy of greening their economies.

The quality of countries' environmental performance in this paper is expressed using the EPI index values for 2024 for 180 countries worldwide. GDP per capita values for 2022 in purchasing power parity are taken from the World Bank database.

The structure of the paper consists of four sections. After the introduction, the first section presents the basic attributes of the concept of green growth and the policy of greening the economy. The second section explains the essence of the Decoupling Concept idea through a graphical explication of the curves of Economic Activity (GDP), Resource Use, and Environmental Impact over time, as well as the logic of the existence of a turning point in the Ecological Kuznets Curve after which the dependence of environmental pollution on economic growth changes sign, whose messages hold a significant

place in the policy of greening the economy. The third section discusses the correlation between the quality of countries' environmental performance measured by the EPI index and their level of economic development expressed by the size of GDP per capita in constant prices to verify the relevance of the messages of the Decoupling Concept and the logic of the Ecological Kuznets Curve in today's economic conditions. This relationship is examined using the example of the global economy, as well as examples from five countries with the best and worst environmental performance in the world, and five countries from the Western Balkans. Finally, the fifth section provides the most significant conclusions of the research.

1. GREEN GROWTH AND ECONOMY GREENING POLICY

Natural capital is the foundation of all life, both human and other living beings: it is the world's ecosystem that contains the economy, not the economy that sustains the world ecosystem. Humanity can survive without increasing the consumption of produced and other forms of capital, but this would not be the case if it were to remain without a minimal level of natural capital. Nature can cope with minor destructions over a longer period of time, but if a certain threshold of its exploitation is exceeded, the entire natural ecosystem could collapse. Resources used to sustain life are irreplaceable, and their excessive consumption could undoubtedly lead to irreversible catastrophic consequences. It is very difficult to assess their value accurately or even approximately. In a certain sense, they are simply priceless, as their value to humans is boundless.

Natural capital is, to some extent, an essential input in production. The first law of thermodynamics states that nothing can be produced without some input resource and that nothing can be destroyed. Recycling and reuse can delay this entropic transformation, but according to the second law of thermodynamics, it cannot be stopped or reversed. There is a certain minimum level of natural capital required as an input resource, as well as an absorber for unwanted side effects of production, such as pollution and waste. The assumption that life can be sustained without natural capital contradicts the basic laws of physics. In contrast, it is, in principle, possible to sustain life without created capital such as factories, machinery, road infrastructure, etc.

Some forms of natural resources are non-renewable. Parts of the living environment are irreplaceable, which is generally not the case with other forms of capital. Human-made capital can always be reconstructed if it is destroyed.

Reconstruction is, of course, expensive and requires some time but is in principle possible. However, this does not apply to historical and cultural objects, which possess immaterial value.

An example of an irreversible loss of natural capital is the destruction of the living world: an extinct species cannot be brought back to life. Examples of quasi-irreversible natural capital are ozone depletion and global warming. The ozone layer and the climate can be restored to their previous state if they were allowed to, but from a human perspective, it takes a long time for nature to regenerate itself. The consumption of non-renewable resources is another example of the quasi-irreversibility of natural capital.

If the aforementioned differences between natural capital and other forms of capital are undisputed, the pressing question is why it is not possible to simply preserve all its forms that enable life, which are necessary for production and would be irreversibly lost if destroyed. In short, if one lived in a deterministic world with unlimited financial resources, this would not be a problem. Unfortunately, this is not the case, as this world is full of risks, uncertainties, and unknowns. Therefore, it cannot be said with certainty which forms of natural capital need to be preserved.

Green economy does not have a universal or widely accepted definition. In brief, it is an economy whose results lead to increased human well-being and social equality, while simultaneously significantly reducing environmental risks and the depletion of natural resources. It is a low-carbon, resource-efficient, and socially inclusive economy. In this economy, growth in gross domestic product and employment is the result of public and private investments that reduce greenhouse gas emissions and other pollutants. Greening the economy contributes to increased energy and resource efficiency, as well as the prevention of biodiversity loss and the degradation of ecosystem services.

Green economy is not a state but a process of transformation and constant dynamic progress. It diverges from systemic distortions and dysfunctions of mainstream economics and results in increased human well-being and equitable access for all, while simultaneously preserving ecological and economic integrity to remain within the carrying capacity of nature. Its focus is on enabling all people to seek a meaningful life while minimizing negative impacts on the natural environment.

The development of green economy represents one of the key assumptions for the realization of natural resource conservation, more comprehensive economic valuation of ecosystem services, as well as reducing poverty, creating new jobs, and shifting the world towards development with lower carbon

dioxide emissions. In other words, moving towards a green economy protects the planet, current and future generations, and is part of the function of realizing the goal of sustainable development. (Denona Bogović, Grdić, 2020).

Green growth is an important premise of sustainable development and in the most elementary sense means economic growth based on resource-efficient, cleaner and more resilient production. At the base of the idea of green growth is the attitude that a growing economy is possible with a stagnant and preferably declining trend of exploitation of natural capital. Green growth is a way to solve economic and environmental problems that have been present for years, but also to devise new ways to grow by stimulating the production of natural and energy resources and less environmental pollution per unit of final production (Dietz, Neumaier, 2007; Neumaier, 2013)

The policy of greening the economy is a way to solve economic and environmental problems that have been present for years, and especially a way to support production and consumption based on less consumption of natural and energy resources and less waste, i.e., less exploitation of natural capital. The policy of greening the economy is not a substitute for the policy of sustainable development. In fact, it provides measurable progress in the economic and environmental dimensions of the sustainable development paradigm, taking into account the social consequences of greening economic activities. The focus of green growth strategies is on using natural capital on a sustainable basis. This includes, among other things, the provision of critical life-sustaining services, starting with clean air and water, more resilient biodiversity, increasing the

production of healthy organic food, and improving the health of the population (Janković et al., 2024). This is important because natural capital is a limiting determinant of economic growth, and this fact must be taken into account by policymakers of economic greening at all levels of territorial organization of countries.

2. MATERIALS AND METHODS

Policies of greening the economies around the world are conducted with the aim of increasing human well-being and maximizing economic growth, i.e., increasing the gross domestic product (GDP), which can be achieved by decoupling from the use of more natural resources and worsening ecological performances. Decoupling of natural resource use and negative environmental impacts from economic growth occurs when resource use or pressure on the environment or human well-being grows more slowly than the economic activities that cause them (relative decoupling) or declines while economic activity continues to grow (absolute decoupling) (UNEP, 2011).

Decoupling is essential in the policy of greening the economy because the more humanity strives to increase the level of human well-being and drive economic development worldwide, the more it will continue to rely on natural resources to provide the goods and services that are necessary. The extraction, processing, and use of natural resources have serious impacts on the environment and human health. Decoupling can reduce the rate of resource depletion and, most importantly, reduce environmental degradation and negative human health effects caused by resource use. Figure 1 shows the decoupling concept.

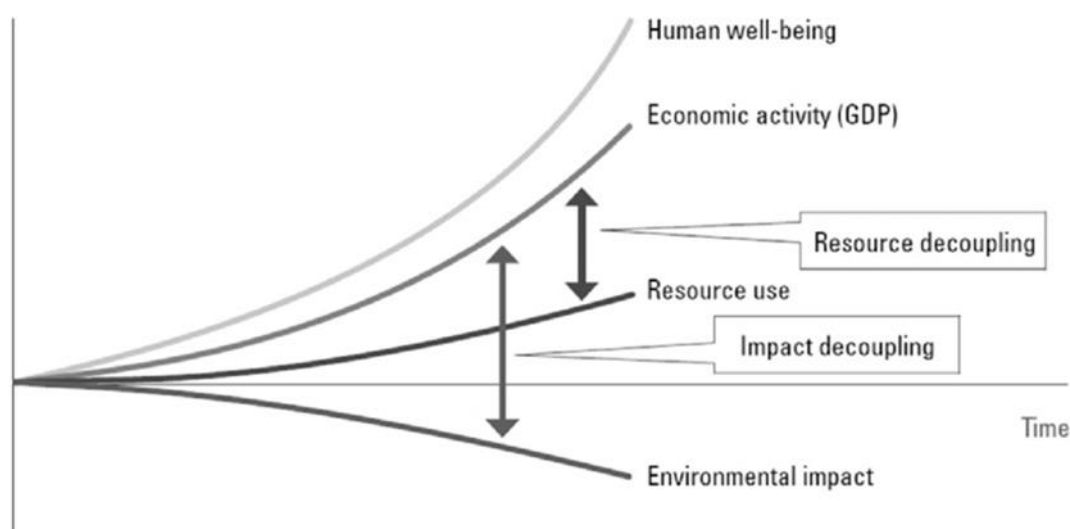


Figure 1 - Decoupling concept
Source: UNESCO, 2017

As shown in Figure 1, well-being and economic activity are on an upward trajectory, while resource use is also increasing, albeit at a much slower pace. This indicates a relative decoupling of welfare, meaning a relative separation of resource use from economic growth. In practice, this means reducing the environmental impact of resource use while simultaneously improving resource productivity across the entire economy, which is one of the core principles of green economy policies. For renewable resources, this ensures they remain below the threshold of overexploitation. Relative decoupling is a widely accepted norm, occurring in almost every context, as a result of continuous economic growth, productivity improvements (efficiency gains), and structural changes in the economy. Absolute decoupling occurs when resource consumption and environmental impacts decrease while economic activity continues to rise. Achieving absolute decoupling of resource use from economic activity and human well-being is a long-term goal, currently being realized in many developed countries. Generally, this type of decoupling aims to enhance human well-being and economic growth while reducing the consumption of natural resources and minimizing environmental harm. Achieving absolute decoupling as a long-term development goal requires a systemic transformation in the way natural resources are utilized and managed within economic and social systems, aligned with sustainable production and consumption practices.

Separating the use of natural resources and negative environmental impacts from economic growth is the guiding principle of European natural resource management policy. In 2005, the European Commission adopted the Strategy for the Sustainable Use of Natural Resources, which is based on three fundamental activities: gathering information, evaluating policies that affect resources, and determining appropriate measures that must be integrated into other policies. To decouple economic growth from environmental degradation, it is necessary to examine the entire life cycle of natural resources, from their extraction, exploitation, and production, to the point when they become waste and return to the soil, water, and air. This could lead to solutions in the domain of cleaner technologies or the development of consumable substitutes with less harmful environmental impacts.

The idea of separating production from the consumption of natural resources and the negative impact on the environment is very important, as humanity aims to intensify economic growth and improve human well-being. According to the principles of the neoclassical mainstream, this inherently implies increased consumption of natural resources, the exploitation of which has serious

negative consequences for the environment and human health. Decoupling can reduce resource use and, more importantly, reduce environmental degradation caused by increased resource use (Umpfenbach, 2016). Resource decoupling and impact decoupling could both reduce resource use and mitigate environmental degradation, potentially enhancing human well-being *ceteris paribus* (Charlier & Fizaine, 2023).

Critics of the idea of separation argue that it is an entirely unrealistic concept. They also believe that proponents of green growth policies do not fully consider the demanding changes in the economic system necessary to solve global environmental problems such as climate change or the biodiversity crisis. Some suggest stopping or slowing economic growth as the only realistic options (Kallis, 2018; Schmelzer et al., 2020).

In our opinion, the idea of stopping production growth to achieve sustainable growth is unrealistic, despite gaining support from some economic analysts in recent years. Moreover, the fact that environmental performance is not worst in the world's leading economies, but rather in the least developed countries, supports this view. Thus, global economic and environmental realities indirectly confirm the validity of the Kuznets Curve theory, which emerged in the early 1990s. This theory posits that the income growth of individual countries does not continuously accompany environmental degradation; rather, there is a turning point after which their relationship changes direction (Grossman & Krueger, 1993). Incidentally, the original Kuznets curve, which illustrates the inverse relationship between economic development and income inequality, appeared in economic development theory at the beginning of the twentieth century and has since found broad application in many other areas, not only in the social sciences but also in the natural.

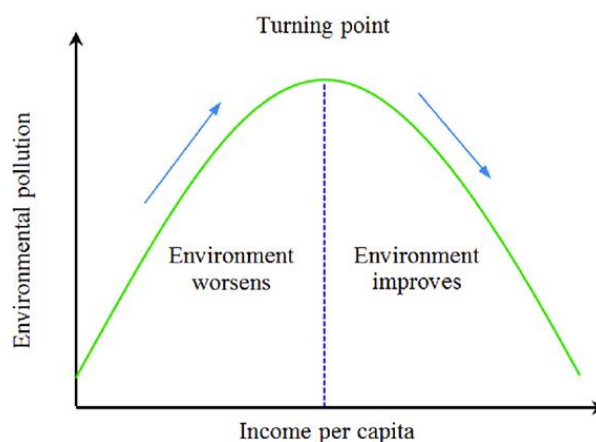


Figure 2 - Environmental Kuznets Curve
Source: Phong, 2019, 42

There is a huge amount of research with different conclusions about the validity of the Ecological Kuznets Curve messages in science (Mitić et al., 2019; Karić et al., 2023).

3. RESULTS AND DISCUSSION

"Discussions on the quality of environmental performance of countries, especially in terms of their quantitative measures, are very numerous. The

Environmental Performance Index (EPI) has stood out for its importance over the last ten years. When it comes to the year of 2024, the index combines 58 indicators classified into 11 categories, ranging from climate change mitigation and air pollution to waste management, fisheries and agriculture sustainability, deforestation, and biodiversity protection (Figure 3)."

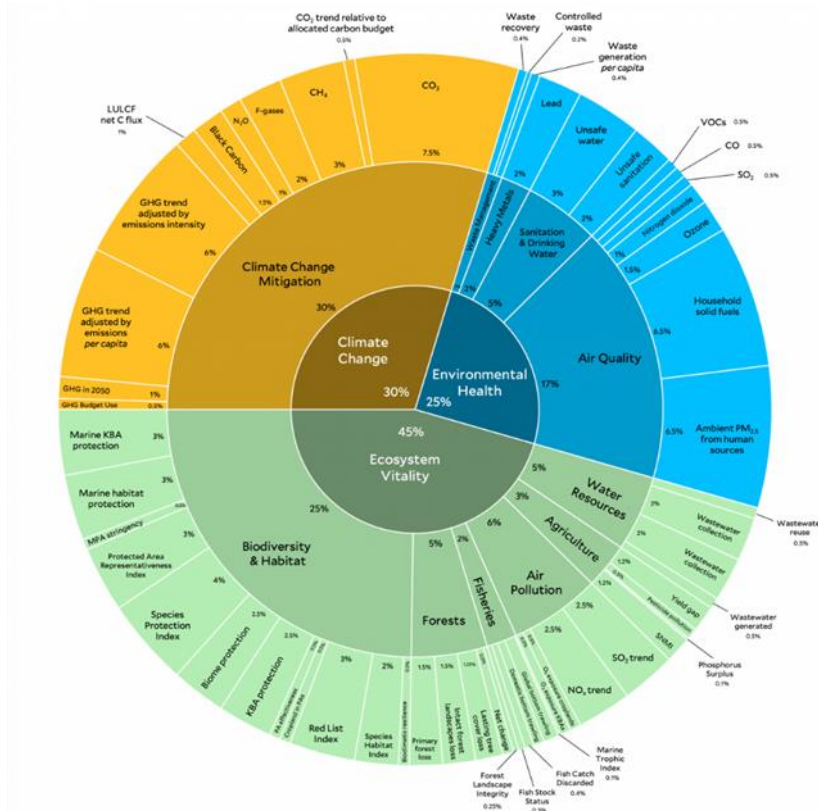


Figure 3 - Environmental Performance Index
Source: Block et al, 2024

The EPI indicator illustrates how close the observed country is to the established goals of environmental protection policy and the goals of greening the economy. The EPI offers a scoreboard that highlights leading and lagging countries in environmental performance, providing practical guidance for countries aspiring to move towards a sustainable future (Block et al., 2024).

EPI indicators make it possible to identify problems, set goals, monitor trends, and determine the best ways to conduct environmental policy. A detailed view and a comparative perspective of numerous indicators regarding natural resource consumption, environmental pollution, and the biodiversity of individual countries can help understand the determinants of their ecological progress and

specify the instruments and means for implementing a defined environmental policy.

Accepting the EPI as an indicator of the quality of environmental performance of national economies, and considering the logic of the concept of decoupling and the Ecological Kuznets Curve - that the income growth of individual countries is not continuously accompanied by environmental degradation, but that there is a turning point after which this relationship qualitatively changes - we asked ourselves about the mutual relationship between the EPI index and GDP per capita, expressed in purchasing power parity, in the example of 180 countries included in the EPI report for 2024. The results obtained are shown in Figure 4.

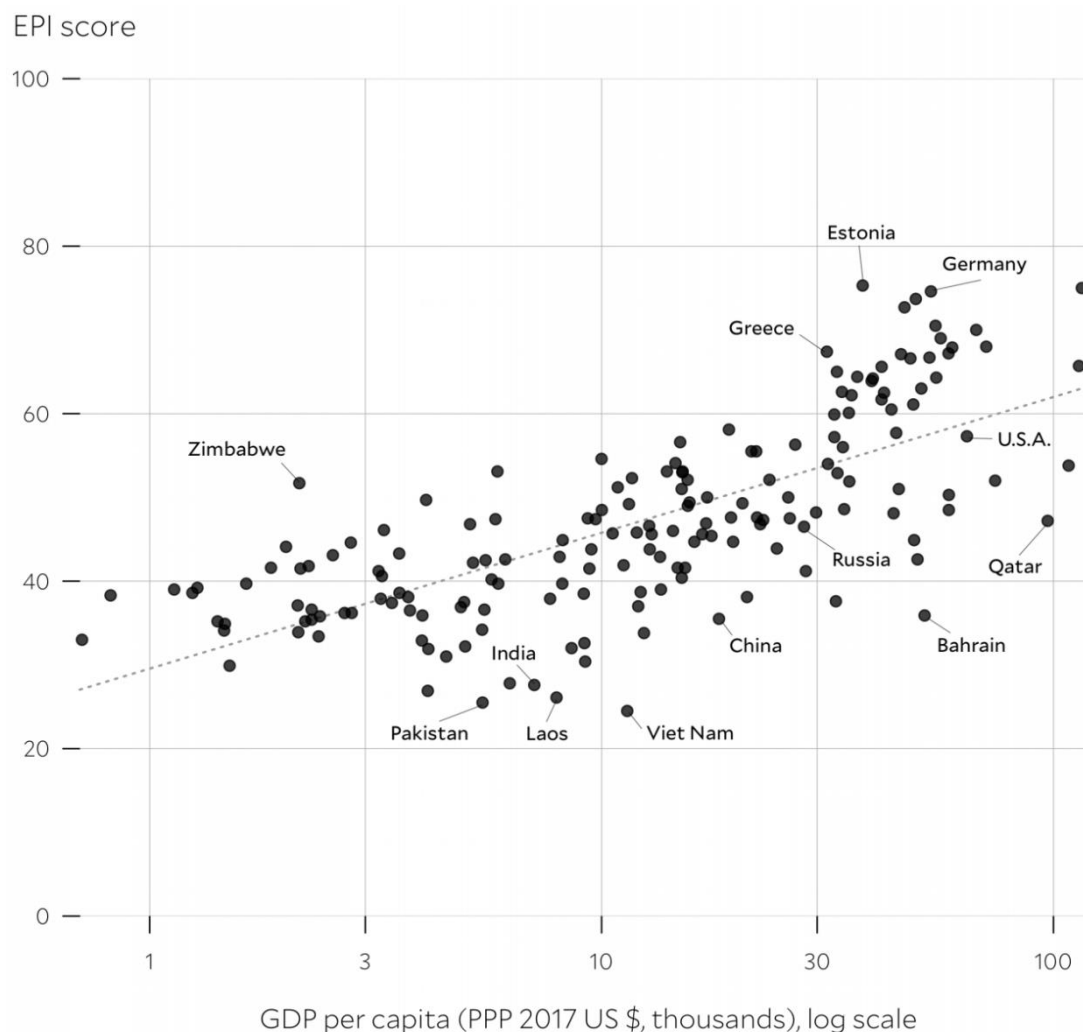


Figure 4 - EPI results in relation to GDP per capita of the countries of the world
 Source: Block et al, 2024

From Figure 4, it can be seen that the level of GDP per capita has a pronounced impact on the quality of environmental performance. In other words, it confirms the possibility of realizing the Decoupling concept and the global relevance of the Ecological Kuznets Curve. However, as can be seen from Figure 4, several countries, especially large developing countries such as China, India, Pakistan, and Vietnam, report much lower EPI indices compared to what would correspond to their GDP per capita amounts. The rationale for this phen-

omenon may be that these are emerging countries with highly developed raw material and energy-intensive industrial production. Far above the trend line are countries like Zimbabwe, Estonia, Greece, and Germany.

The thesis that a low level of GDP per capita corresponds to a relatively low rank on the EPI can be tentatively confirmed based on data from the Western Balkans, the five leading, and the last five out of a total of 180 countries ranked according to the EPI indicator in 2024 (Table 1).

Table 1 - EPI rank, EPI score, and GDP per capita for selected countries of the world

Country	Rank EPI 2024	Score EPI 2024	GDP pc (PPP 2017)
The first five countries			
Estonia	1	75.3	29,823.7
Luxembourg	2	75.0	128,259.4
Germany	3	74.6	52,745.8
Filand	4	73.7	53,755.9
United Kingdom	5	72.7	48,866.6

The last five countries			
India	176	27.6	2,484.8
Myanmar	177	26.9	1,187.6
Laos	178	26.1	2,075.4
Pakistan	179	25.5	1,407.0
Viet Nam	180	24.5	4,346.8
Western Balkan countries			
Albania	51	52.1	8,367.8
North Macedonia	60	50.0	8,146.5
Serbia	64	49.3	11,361.0
Montenegro	72	47.6	12,016.9
Bosnia and Herzegovina	89	45.6	8,426.1

Source: Author's systematization based on Block et al, 2024 and World Bank Open Data, 2024.

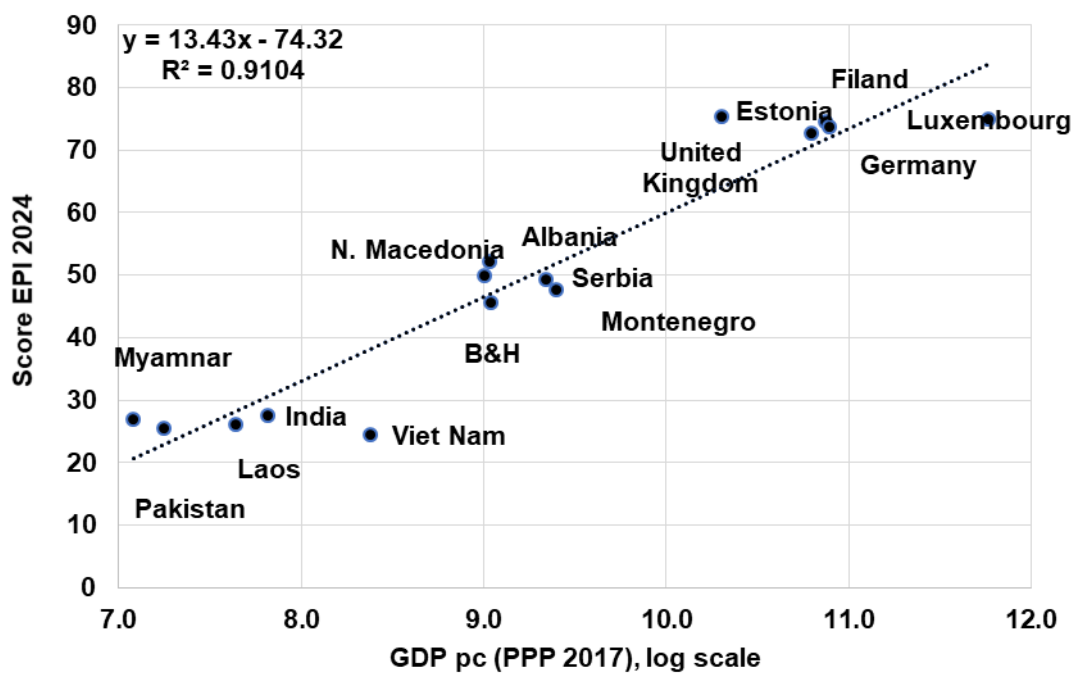


Figure 5 - EPI results in relation to GDP per capita of the selected countries
Source: Authors

From Figure 5, it can be seen that there is a statistically significant positive linear correlation between environmental performance and the achieved level of GDP per capita in the selected countries of the Western Balkans, the five leading, and the last five out of a total of 180 countries ranked according to the EPI indicator in 2024.

CONCLUSION

The quality of environmental performance of countries, as expressed by the EPI index in 2024, corresponds to the level of GDP per capita in purchasing power parity. This relationship indicates the success of these countries in implementing greening policies for their economies. This trend is evident both globally, across a sample of 180

countries, and in the examples of the top five and bottom five countries ranked by the EPI index in 2024, as well as in the five countries of the Western Balkans.

The results suggest that the most developed countries have implemented the concept of decoupling in certain segments. At the same time, these results implicitly support the relevance of the Environmental Kuznets Curve, which posits that higher stages of economic development correspond to higher quality of environmental performance.

REFERENCES

[1] Barbier, E. (2019). The Concept of Natural Capital. *Oxford Review of Economic Policy*, 35(1), 14-36.

- [2] Block, S., Emerson, J. W., Esty, D. C., de Sherbinin, A., Wendling, Z. A., et al. (2024). *2024 Environmental Performance Index*. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. Retrieved from epi.yale.edu.
- [3] Charlier, C., & Fizaine, F. (2023). Decoupling Gross Domestic Product and Consumption of Raw Materials: A Macro-Panel Analysis. *Sustainable Production and Consumption*, 36, 194-206. doi:10.1016/j.spc.2022.12.020.
- [4] Dietz, S., & Neumayer, E. (2010). Weak and Strong Sustainability in the SEEA: Concepts and Measurement. *Ecological Economics*, 61(4), 617-626.
- [5] Denona Bogović, N., & Grdić, Z. (2020). Transitioning to a Green Economy: Possible Effects on the Croatian Economy. *Sustainability*, 12(22), 1-19. doi:10.3390/su12229342.
- [6] Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1993). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement: The US-Mexico Free Trade Agreement*. MA: MIT Press, Cambridge.
- [7] Harris, J., & Roach, B. (2021). *Environmental and Natural Resource Economics: A Contemporary Approach*. Routledge.
- [8] Janković, M., Jović Bogdanović, A., Ivannikov, N., Kijački, D. (2024). Doprinos organske poljoprivrede u okvirima zelene ekonomije, 31(114), 129-136. doi:10.18485/ecologica.2024.31.114.2
- [9] Kallis, G. (2018). *Degrowth*. Agenda Publishing.
- [10] Karić, D., Madžar, L., & Mirjanić, B. (2023). Testiranje Kuznjecove Krive na Primeru Srbije. *Ecologica*, 30(112), 516-524. doi:10.18485/ecologica.2023.30.112.2.
- [11] Mitić, P., Kresoja, M., & Minović, J. (2019). A Literature Survey of the Environmental Kuznets Curve. *Economic Analysis*, 52(1), 109-112.
- [12] Neumayer, E. (2013). *Weak Versus Strong Sustainability: Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms*. Fourth Edition. Edward Elgar Publishing.
- [13] Phong, L. H. (2019). Globalization, Financial Development, and Environmental Degradation in the Presence of the Environmental Kuznets Curve: Evidence from ASEAN-5 Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(2), 40-50. doi:10.32479/ijEEP.7290.
- [14] UNEP, (2011). *Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth*.
- [15] UNESCO, (2017). *Assessing Global Resource Use: A Systems Approach to Resource Efficiency and Pollution Reduction*. A Report of the International Resource Panel.

Finansiranje zaštite životne sredine u Vranju u periodu od 2021-2023. godine

Financing of environmental protection in Vranje for period 2021-2023

Tiana Anđelković^{1}, Tijana Milanović², Branislav Dimitrijević³*

^{1,2,3}Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš, odsek Vranje, Vranje, Srbija /
Academy of Applied Technical and Preschool Studies Niš, Vranje department, Vranje, Serbia

*Autor za prepisku / Corresponding author

Rad primljen / Received: 19.04.2024, Rad prihvaćen / Accepted: 17.08.2024.

Sažetak: Ovaj rad pruža pregled finansiranja zaštite životne sredine u gradu Vranju za period 2021-2023. godine. Cilj ovog rada je ukazati na to koji iznos sredstava je adekvatan za sprovođenje različitih programa i projekata koji će doprineti očuvanju i unapređenju životne sredine. Kroz analizu prioritarnih oblasti zaštite životne sredine, kao što su očuvanje vodnih resursa, smanjenje zagađenja vazduha, upravljanje otpadom i zaštita biodiverziteta, identifikovani su i ključni izvori finansiranja. Lokalni budžet je svakako osnovni izvor finansiranja, uz grantove, donacije, javno-privatna partnerstva i fondove Evropske unije. Očekivane koristi ovog finansiranja obuhvataju poboljšanje kvaliteta životne sredine, podsticanje ekonomskog razvoja, očuvanje prirodnog bogatstva i unapređenje imidža grada. Kroz efikasno korišćenje dostupnih sredstava i saradnju s relevantnim partnerima, ovaj plan finansiranja će doprineti ostvarenju dugoročnih ciljeva zaštite životne sredine u gradu Vranju, stvarajući održivu i zdravu sredinu za sve građane.

Ključne reči: zaštita životne sredine, finansiranje, Vranje

Abstract: This paper provides an overview of the financing of environmental protection in the city of Vranje for period 2021-2023. The goal of this work is to indicate what amount of funds is adequate for the implementation of various programs and projects that will contribute to the preservation and improvement of the environment. Through the analysis of priority areas of environmental protection, such as preservation of water resources, reduction of air pollution, waste management and protection of biodiversity, key sources of financing were also identified. The local budget is certainly the main source of funding, along with grants, donations, public-private partnerships, and European Union funds. The expected benefits of this financing include improving the quality of the environment, encouraging economic development, preserving natural wealth, and improving the image of the city. Through efficient use of available funds and cooperation with relevant partners, this financing plan will contribute to the achievement of long-term environmental protection goals in the city of Vranje, creating a sustainable and healthy environment for all citizens.

Keywords: environmental protection, financing, Vranje.

¹orcid.org/0000-0002-3148-914X, e-mail: tiana.andjelkovic-vr@akademijanis.edu.rs

²orcid.org/0000-0001-5563-9571, e-mail: tijana.milanovic@akademijanis.edu.rs

³orcid.org/0009-0006-1076-0101, e-mail: branislav.dimitrijevic@akademijanis.edu.rs

UVOD / INTRODUCTION

Finansiranje zaštite životne sredine predstavlja ključni faktor u ostvarivanju ciljeva održivog razvoja, posebno u urbanim sredinama poput grada Vranja. Grad Vranje se već duži period suočava s izazovima očuvanja prirodnih resursa, smanjenja zagađenja i unapređenja kvaliteta životne sredine. Ovaj rad istražuje strategije i izvore finansiranja koji su korišćeni i planirani za podršku zaštiti životne sredine u navedenom periodu.

Cilj ovog rada je analiza finansiranja zaštite životne sredine u gradu Vranju tokom 2021-2023. godine, kako bi se identifikovali ključni izvori sredstava i procenilo da li je izvršena efikasna alokacija tih resursa. Takođe, cilj je procena postignutih rezultata u zaštiti životne sredine kroz proučavanje efekata finansiranja na implementaciju projekata i programa zaštite životne sredine.

U ovom radu će se koristiti kombinacija kvalitativnih i kvantitativnih metoda. Kvalitativne metode će obuhvatiti strategije zaštite životne sredine, kao i intervjuisanje relevantnih aktera u lokalnoj upravi, nevladinom i privatnom sektoru. Kvantitativne metode će se koristiti za analizu finansijskih izveštaja, budžeta i raspodele sredstava za projekte zaštite životne sredine. Kombinacija ovih metoda omogućiće sveobuhvatan uvid u načine finansiranja zaštite životne sredine u Vranju, kao i procenu njihovih efekata na životnu sredinu i lokalnu zajednicu.

1. ZAŠTITA VODNIH RESURSA / PROTECTION OF WATER RESOURCES

Voda je osnovni resurs neophodan za opstanak života na Zemlji i ključni element ekosistema. Zaštita vodnih resursa je imperativ koji se ne može zanemariti, a posebno je važna u gradovima poput Vranja. Očuvanje čistih i zdravih vodnih tokova ima izuzetan značaj za životnu sredinu, ekonomiju i društvo u celini.

Značaj zaštite vode ogleda se u očuvanju ljudskog zdravlja, očuvanju ravnoteže ekosistema, očuvanju kvalitetne poljoprivredne proizvodnje ali u i za razvoj turističkog potencijala (Durga, Kiruthiga, 2017).

Voda je piće bez koga ljudski organizam ne može da opstane. Ukoliko je čista i hemijski i biološki ispravna, voda je korektna za piće i upotrebu u domaćinstvima. Međutim, ukoliko je kontaminirana, voda može biti izvor bolesti poput dijareje, hepatitisa, i drugih zaraznih oboljenja.

Očuvanje vodnih resursa je presudno za opstanak biodiverziteta, s obzirom na to da u vodi živi veliki broj biljnih i životinjskih vrsta. S obzirom na to neophodno je voditi računa o očuvanju biodiverziteta, odnosno o uspostavljanju ekosistemske ravnoteže.

Pored upotrebe u domaćinstvu, voda se koristi i u poljoprivredi, ali i u industriji i energetici. Zagađivanje voda može negativno uticati na poljoprivrednu proizvodnju, industrijske procese ali i proizvodnju električne energije, pa je i u tom smislu zaštita vodnih resursa imperativ.

Vranje nema reku ili neki vodni resurs koji bi privukao turiste, pa stoga se zaštita vodnih resursa u Vranju ne odnosi na razvoj turizma. Međutim, bitno je očuvati vodne resurse i tako doprineti i budžetu lokalne samouprave.

Zagađivanje vode stoga može dovesti do zdravstvenih problema, gubitka biodiverziteta, ali i do brojnih ekonomskih gubitaka.

Kako bi se izbegli gubici, kako ekološki, tako i ekonomski potrebno je sprovesti mere prevencije kao što su efikasno upravljanje otpadnim vodama, edukacija građana, uvođenje adekvatnih zakona i regulativa, ali i sprovođenje održivog korišćenja vodnih resursa (United Nations, 2020).

Vranje je grad koji ima Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda, koje je izgrađeno pre par godina i koje dosta solidno funkcioniše. Stoga, Vranje kao grad u mnogome doprinosi zaštiti vodnih resursa čime se generalno smanjuju svi rizici vezani za neefikasno upravljanje vodnim resursima.

Takođe, važno je raditi na podizanju svesti građana o značaju čiste vode i samim tim promovisati ekološke prakse u svakodnevnom životu. U tome nažalost često pomažu i striktna primena propisa o zaštiti voda kao i kažnjavanje zagađivača.

Tu je i održivo korišćenje vodnih resursa koje je u skladu s ciljevima održivog razvoja, a odnosi se na održivo korišćenje vode u privrednim granama kao što su poljoprivreda, industrija i domaćinstva.

Zaštita vodnih resursa zahteva koordinirane napore svih relevantnih aktera kako bi se osigurala čista i zdrava voda za sadašnje i buduće generacije.

Grad Vranje je inače jedan od prvih gradova u Srbiji koji je izgradio Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda. Danas se tretirana voda propušta u kontrolisanim uslovima, a ne kao ranije direktno u reke. Ovo značajno doprinosi očuvanju biodiverziteta u toku Južne Morave, a samim tim doprinosi i zdravlju stanovništva ovog kraja. Puštanjem u rad ovog postrojenja dovelo je do poboljšanja ekološkog statusa reke Južne Morave i čitavog vranjskog kraja (JP Vodovod Vranje, 2023).

2. ZAŠTITA ZEMLJIŠTA / LAND PROTECTION

Zemljište je jedan od osnovnih prirodnih resursa koje ima ključnu ulogu u održavanju života na Zemlji. Zaštita zemljišta je vitalna za očuvanje plodnosti, biodiverziteta i ekonomskog razvoja bilo koje

sredine, a pogotovu grada kao što je Vranje. U nastavku će biti više reči o zaštiti zemljišta, posledicama zagađivanja i merama prevencije s posebnim osvrtom na situaciju u gradu Vranju.

Zemljište je osnovni resurs za poljoprivredu. Ono obezbeđuje hranu za ljude i životinje. Očuvanjem plodnosti zemljišta postiže se održivost poljoprivredne proizvodnje (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2021).

Pored toga što služi u poljoprivredi, zemljište je stanište za brojne biljne i životinjske vrste. Samim tim što se čuva zemljište doprinosi se očuvanju biodiverziteta i ekološkoj ravnoteži. Ne sme se zanemariti i uloga zemljišta u ciklusu vode čime se sprečava erozija tla. Zemljište može biti i rezervoar ugljenika, što pomaže i ublažavanju klimatskih promena (FAO, 2021).

Posledice zagađenja zemljišta su brojne. Tu najpre treba navesti gubitak plodnosti zemljišta, ugrožavanje zdravlja ljudi i životinja, eroziju tla ali i ekonomske gubitke.

Zemljišta zagađena hemikalijama, teškim metalima ili drugim toksičnim supstancama mogu izgubiti plodnost čime se smanjuje prinos, a samim tim i prihod iz poljoprivrede. Zagađeno zemljište koje već sadrži opasne materije je opasno i za zdravlje ljudi i životinja jer te opasne materije mogu dospeti u lanac ishrane i samim tim mogu da ugroze zdravlje (FAO, 2021).

Nedovoljna zaštita zemljišta može dovesti i do erozije tla što će uticati na smanjenje biodiverziteta i gubitak vegetacije. Takođe i sanacija zagađenog zemljišta zahteva velike finansijske resurse, a gubici u poljoprivredi, turizmu i drugim sektorima mogu biti značajni.

Kako bi se sprečile ove posledice zagađivanja zemljišta neophodno je sprovesti mere prevencije koje se ogledaju u održivom korišćenju zemljišta, praćenju zagađivanja zemljišta, rekultivaciji i rehabilitaciji zemljišta ali i u edukaciji ljudi o važnosti očuvanja prirodnih resursa i očuvanju zdrave životne sredine.

Ukoliko se promovišu održive poljoprivredne prakse poput rotacije useva, zaštite biljaka ali i organsko đubrenje zemljišta može se reći da se javlja pozitivan trend u pogledu održivog korišćenja zemljišta (FAO, 2022).

S druge strane neophodno je i kontinuirano praćenje kvaliteta zemljišta ili obavljanje takozvanog monitoringa kako bi se na vreme preduzele mere za sprečavanje i suzbijanje zagađenja. U slučaju zagađenja zemljišta neophodno je što pre preduzeti mere rehabilitacije zemljišta kako bi ono povratilo svoj prethodni ekološki status.

Na kraju najbitnije od svih ovih mera prevencije jeste širenje svesti kod ljudi o važnosti zaštite zemljišta ali i promovisanje ekoloških praksi u svakodnevnom životu.

U kontekstu grada Vranja, zaštita zemljišta je od posebne važnosti zbog njegove poljoprivredne i ekonomske osnove, ali i prisustva prirodnih resursa. Stoga, implementacija efikasnih mera zaštite zemljišta ima ključnu ulogu u očuvanju prirodne sredine i unapređenju kvaliteta života lokalne zajednice.

3. SMANJENJE ZAGAĐENJA VAZDUHA / REDUCTION OF AIR POLLUTION

Zagađenje vazduha je globalni problem koji ima ozbiljne posledice po životnu sredinu, javno zdravlje i ekonomiju. Svake godine milioni ljudi širom sveta suočavaju se s negativnim uticajem zagađenog vazduha po svoje zdravlje. Ovo je posebno izraženo u urbanim područjima i industrijskim centrima kao što je Vranje, gde su emisije iz industrije, saobraćaja i drugih izvora značajni faktori zagađenja vazduha.

U kontekstu globalnog zagađenja vazduha, industrijski sektor igra ključnu ulogu. Emisije gasova iz sagorevanja fosilnih goriva, kao što su ugljen-dioksid (CO₂), sumpor-dioksid (SO₂), azotni oksidi (N₂O_x), i čestice iz različitih izvora, pridonose oštećenju ozonskog omotača, globalnom zagrevanju i smogu. Ova zagađenja ne poznaju granice, što znači da imaju štetan uticaj na čitavu planetu (World Health Organization [WHO], 2019).

Specifično za Vranje je to što se grad suočava sa zagađenjem vazduha iz različitih izvora, uključujući industrijska postrojenja, saobraćaj, ali i individualna ložišta u domaćinstvima. Visoka koncentracija čestica PM10 i PM2.5, koje potiču iz sagorevanja uglja, naročito tokom zimskih meseci, predstavlja ozbiljan problem za lokalno stanovništvo (Zavod za javno zdravlje Vranje [ZZJZ], 2024). Prema Izveštaju ZZJZ u januaru 2024. godine nivo SO₂ nije bio preko granične vrednosti za jedan dan, kao ni preko tolerantne vrednosti za jedan dan na svim mernim mestima u gradu Vranju. Što se tiče nivoa čađi, on je bio preko maksimalno dozvoljene vrednosti i to na četiri merna mesta u gradu. Nivo N₂O je takođe bio preko dozvoljene vrednosti na jednom mernom mestu. Konačan zaključak ovog izveštaja je da je ukupna količina svih taložnih materija u vazduhu bila manja od maksimalno dozvoljene vrednosti (ZZJZ, 2024).

Ovakvo zagađenje vazduha može dovesti do respiratornih problema, kardio-vaskularnih bolesti, kao i dugoročnih efekata na zdravlje ljudi (WHO, 2016; Kiurski i dr., 2024).

Mere za smanjenje zagađenja vazduha su od suštinskog značaja kako na globalnom, tako i na

lokalnom nivou. Ove mere podrazumevaju: povećanje upotrebe obnovljivih izvora energije umesto fosilnih goriva; implementaciju „čistih“ tehnologija i postrojenja u industriji u cilju smanjenja emisije štetnih gasova; promociju upotrebe javnog prevoza, bicikala ili pešačenja u cilju smanjenja emisija iz saobraćaja; unapređenje energetske efikasnosti u domaćinstvima i industriji radi smanjenja potrošnje energije i emisije CO₂; zakonsku regulaciju i kontrolu industrijskih postrojenja i emisija (Brunekreef, 2010).

Ne smeju se zaboraviti ni posledice zagađenja vazduha koje su raznovrsne i ozbiljne. One se odnose na povećanu stopu respiratornih oboljenja poput astme i hronične opstruktivne bolesti pluća (HOBP), povećani rizik od srčanih oboljenja, smanjenje kvaliteta života, ekonomske gubitke zbog troškova lečenja i izostanka s posla, kao i ekološke posledice poput kiselih kiša i degradacije ekosistema.

4. UPRAVLJANJE OTPADOM / WASTE MANAGEMENT

Upravljanje otpadom je ključni aspekt očuvanja životne sredine i sprečavanja negativnih posledica po zdravlje ljudi i ekosisteme. Na globalnom nivou, rastuća populacija i brz ekonomski razvoj stvaraju ogromne količine otpada, što zahteva efikasne strategije upravljanja (Vlada Republike Srbije, 2022). Grad Vranje, kao i mnogi drugi gradovi, se suočava s izazovima u upravljanju otpadom, a neadekvatno rešavanje ovog problema može imati ozbiljne posledice.

Rizici neadekvatnog upravljanja otpadom su veliki i odnose se na zagađenje životne sredine, nastanak zdravstvenih problema, ali i estetski momenat je bitan, pa se ne sme ni on zanemariti (Ramos et al, 2023).

Nesavesno odlaganje otpada može dovesti do zagađenja vode, vazduha i zemljišta, ugrožavajući lokalne ekosisteme i biološku raznolikost. Nažalost, otpadne deponije predstavljaju žarišta bolesti, a nekontrolisano sagorevanje otpada može emitovati toksične supstance koje ugrožavaju zdravlje ljudi, uključujući respiratorne i kancerogene bolesti. Divlje deponije i neuredno odlaganje otpada narušavaju vizuelni pejzaž i kvalitet života stanovnika, pa samim tim one negativno utiču na turizam i ekonomiju (Drobnjak i dr, 2019).

Postojeće stanje u lokalnim samoupravama Republike Srbije karakterišu nepouzdanost i nepotpuni podaci o količini generisanja komunalnog otpada. Kako je pomenuto, količine komunalnog otpada na godišnjem nivou su proračunate na osnovu merenja otpada u referentnim lokalnim samoupravama. Nažalost u lokalnim samoupravama poput Vranja, ne postoje pouzdani podaci o količini komunalnog otpada. Na osnovu merenja u nekim referentnim

lokalnim samoupravama, u proseku stanovnik Republike Srbije proizvede oko 1,17 kg otpada dnevno, odnosno oko 430 kg otpada godišnje (Vlada RS, 2022). S obzirom na broj popisanih stanovnika u 2022. godini u Vranju – 74.381 (Republički zavod za statistiku [RZS], 2022), procena je da se u njemu dnevno proizvede 87.026 kg otpada, odnosno godišnje 31.983.830 kg otpada.

Da bi se zaštitila životna sredina, potrebno je sprovesti niz mera kao što su: unapređenje infrastrukture za upravljanje otpadom; edukacija javnosti; uvođenje zakonske regulative u pogledu upravljanja otpadom; promocija 3R principa koji znači da se smanji stvaranje otpada, da se nešto ponovo koristi ili da se reciklira (Reduce-Reuse-Recycle).

Izgradnja modernih postrojenja za reciklažu, kompostiranje i tretman otpada može smanjiti količinu otpada koji se odlaže na deponije. Važna je i edukacija i podizanje svesti javnosti, pa se stoga sprovode razne kampanje o razvrstavanju otpada i važnosti reciklaže koje mogu motivisati građane da aktivno učestvuju u smanjenju otpada i zaštiti životne sredine. Tu je i zakonska regulativa vezana za odlaganje otpada. Uvođenje strožih zakonskih mera i kontrola nad industrijskim postrojenjima i deponijama pomaže u sprečavanju nelegalnog odlaganja otpada i zagađenja. Verovatno je najvažnije podsticanje proizvodnje i potrošnje proizvoda s manje ambalaže, kao i podsticanje ponovne upotrebe i reciklaže, što ključno je za smanjenje ukupne količine otpada.

Upravljanje otpadom zahteva holistički pristup koji uključuje saradnju svih relevantnih aktera, od lokalnih vlasti i industrije do građana i nevladinih organizacija.

5. ZAŠTITA BIODIVERZITETA / BIODIVERSITY PROTECTION

Očuvanje biodiverziteta je ključno za održavanje zdravog ekosistema i osiguranje dugoročne održivosti života na Zemlji. Globalno, brojne organizacije, vlade i institucije preduzimaju različite mere kako bi sačuvale biodiverzitet (Đurić, Ilić, 2023). Međutim, fokus na lokalnom nivou, kao što je grad Vranje, igra ključnu ulogu u očuvanju biodiverziteta u globalu.

Grad Vranje, smešten u južnom delu Srbije, ima bogato prirodno nasleđe koje obuhvata raznovrsne ekosisteme kao što su šume, reke, livade i poljoprivredno zemljište. Međutim, kao i mnoga druga urbana područja, Vranje se suočava s brojnim pretnjama po biodiverzitet.

Posledice neočuvanja biodiverziteta su brojne i mogu imati ozbiljne posledice kako na prirodu, tako i na ljude. Gubitak raznovrsnosti u biljnom i životinjskom svetu može dovesti do poremećaja u ekosistemima, što može uzrokovati nestabilnost u proiz-

vodnji hrane, smanjenje kvaliteta vode i vazduha, kao i povećanje rizika od prirodnih katastrofa poput poplava i erozije tla. Takođe, smanjenje biodiverziteta može imati i ekonomske posledice, smanjujući turistički potencijal, kao i izvor prihoda koji dolazi iz ekosistemskih usluga.

Kako bi se prevazišle ove pretnje, potrebno je preduzeti konkretne mere na lokalnom nivou kao što su: zaštita staništa, promocija održive poljoprivrede, edukacija i podizanje svesti kod ljudi ali i praćenje i istraživanje.

Očuvanje postojećih šuma, reka, močvara i drugih ekosistema u okolini Vranja ključno je za očuvanje biodiverziteta. To može uključivati uspostavljanje zaštićenih područja, kao i implementaciju prostornih planova koji osiguravaju očuvanje prirodnih staništa.

Podsticanje poljoprivrednih praksi koje minimalno utiču na okolinu može pomoći u očuvanju biodiverziteta u ruralnim područjima oko Vranja. Ovo može uključivati podršku organskoj poljoprivredi, rotaciju useva i smanjenje upotrebe pesticida i herbicida.

Informisanje građana o važnosti biodiverziteta i njegovim pretnjama može doprineti promeni ponašanja i podizanju svesti o potrebi zaštite prirode. Ovo može biti ostvareno kroz edukativne programe, radionice i kampanje.

Redovno praćenje stanja biodiverziteta u okolini Vranja putem istraživačkih projekata i monitoringa omogućava brzo reagovanje na promene i prilagođavanje mera zaštite.

6. FINANSIRANJE ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE U VRANJU / FINANCING OF ENVIRONMENTAL PROTECTION IN VRANJE

U cilju unapređenja zaštite životne sredine u gradu Vranju je još 2010. godine doneta odluka o osnivanju Fonda za zaštitu životne sredine grada Vranja (Službeni glasnik grada Vranja, 2010).

Zadaci ovog Fonda su: namensko obezbeđivanje sredstava za programe i projekte zaštite i unapređenja životne sredine; namensko obezbeđivanje sredstava; racionalno i programirano korišćenje sredstava fonda; podsticanje privrede da ulažu u ovaj fond kako bi se zaštitila i unapredila životna sredina.

Ovaj Fond prikuplja sredstva iz budžeta Republike Srbije, republičkog Fonda za zaštitu životne sredine, iz taksi koje plaćaju preduzeća i domaćinstva, iz realizovanih konkursa za projekte, iz donacija fizičkih i pravnih lica i iz drugih izvora.

Zaštita životne sredine u Vranju se sprovodi na osnovu Plana razvoja grada Vranja za period 2021.

– 2030. godine. U Službenom glasniku grada Vranja se svake godine za tekuću godinu objavljuje Program korišćenja sredstava budžetskog fonda za tekuću godinu gde se utvrđuju planirani prihodi i namena korišćenja sredstava za aktivnosti tokom te iste godine za potrebe zaštite životne sredine.

Konkretno, ovaj program za grad Vranje podrazumeva predviđanje finansijskih sredstava za:

1. kontrolu i zaštitu vazduha i suzbijanje inhalacionih alergena;
2. upravljanje otpadom;
3. kontrolu i upravljanje otpadnim vodama;
4. kontrolu i zaštitu površinskih i podzemnih voda;
5. kontrolu zaštite prirode, biodiverziteta i zelenih javnih površina;
6. mere adaptacije na klimatske promene;
7. kontrolu i zaštitu zemljišta;
8. zaštitu od buke;
9. kontrolu i zaštitu od nejonizujućeg zračenja;
10. informisanje, edukaciju, promociju i popularizaciju životne sredine;
11. ostale potrebe.

U tabeli 1 su prikazani iznosi finansijskih sredstava za potrebe finansiranja zaštite životne sredine. Kao što se može videti, ukupni planirani izdaci vezani za zaštitu životne sredine u gradu Vranje su porasli za skoro 50% u 2022. u odnosu na 2021. godinu i za 266% u 2023. u odnosu na 2022. godinu. Ovaj porast planiranih izdataka rezultat je povećane svesti lokalne vlasti o neophodnosti zaštite životne sredine u narednom periodu kako bi se što više doprinelo ostvarivanju ciljeva održivog razvoja, odnosno kako bi se sprečilo dalje zagađenje Vranja, a onda i šire.

Najveća promena se svakako u obe smene vidi u tački 11 – ostalo, gde se najpre 2022. godine planiralo ulaganje u izgradnju toplovoda za zgrade pripadnika snaga bezbednosti u iznosu od 31.000.000 dinara i to iz ostalih izvora finansiranja budžetskih korisnika, dok se 2023. godine planiralo ulaganje u izgradnju toplovoda u Vranju, za šta je predviđeno izdvajanje 220.000.000 dinara iz budžeta grada Vranja. Izgradnja toplovoda u Vranju je izuzetna finansijska i ekološka investicija jer se njenim završetkom očekuje značajno smanjenje zagađenja vazduha, koji je u Vranju posebno zagađen zbog velikog broja individualnih ložišta u domaćinstvima. Pored ekoloških prednosti, izgradnja toplovoda omogućava i velike uštede domaćinstvima i privredi jer će novi način grejanja biti dosta efikasniji i isplativiji.

Što se tiče ostalih programskih aktivnosti one su u velikoj meri slične u svim posmatranim godinama.

Tabela 1 - Program korišćenja sredstava za zaštitu životne sredine u Vranju za period 2021-2023.
Table 1 - Program for the use of funds for environmental protection in Vranje for the period 2021-2023

RB	Potrebe vezane za zaštitu životne sredine	Godina		
		2021.	2022.	2023.
1.	Kontrola i zaštita vazduha i suzbijanje inhalacionih alergena	1.450.000 (budžet grada Vranja)	3.816.668 (budžet grada Vranja)	4.022.668 (budžet grada Vranja)
2.	Upravljanje otpadom	/	5.600.000 (budžet grada Vranja)	1.000.000 (budžet grada Vranja)
3.	Kontrola i upravljanje otpadnim vodama	17.300.000 (budžet grada Vranja)	2.500.000 (budžet grada Vranja) 15.000.000 (ostali izvori finansiranja)	5.000.000 (budžet grada Vranja) 10.000.000 (ostali izvori finansiranja)
4.	Kontrola i zaštita površinskih i podzemnih voda	/	/	/
5.	Kontrola i zaštita prirode, biodiverzitet, javne zelene površine	900.000 (budžet grada Vranja) 2.392.000 (ostali izvori finansiranja)	3.000.000 (budžet grada Vranja i ostali izvori finansiranja)	2.000.000 (budžet grada Vranja)
6.	Mere adaptacije na klimatske promene	/	/	/
7.	Kontrola i zaštita zemljišta	/	/	/
8.	Kontrola i zaštita od buke	550.000 (budžet grada Vranja)	583.332 (budžet grada Vranja)	583.332 (budžet grada Vranja)
9.	Kontrola i zaštita od nejonizujućeg zračenja	/	/	/
10.	Informisanje, edukacija, promocija, popularizacija životne sredine	500.000 (budžet grada Vranja)	/	/
11.	Ostalo	6.301.000 (budžet grada Vranja) 16.700.000 (ostali izvori finansiranja)	3.000.000 (budžet grada Vranja) 34.300.000 (ostali izvori finansiranja)	223.200.000 (budžet grada Vranja) 2.254.400 (ostali izvori finansiranja)
UKUPNO:		46.093.000	67.800.000	248.060.400

Izvor/Source: Službeni glasnik grada Vranja (2021; 2022; 2023).

ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Na kraju ovog rada neophodno je sumirati sve aspekte zaštite životne sredine a s posebnim osvrtom na grad Vranje i finansiranje iste u posmatranom periodu.

Vranje je srednje razvijeni grad koji kao i svaki slično razvijeni grad ima iste ili slične ekološke karakteristike. Može se pohvaliti izuzetno kvalitetna voda za piće iz gradskog Vodovoda, čime se malo koji grad može dičiti. Za to je između ostalog zaslužno i novosagrađeno Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda.

Što se tiče vazduha, on je, posebno u zimskim mesecima, opterećen brojnim štetnim česticama koje su posledica loženja u domaćinstvima. Očekuje se da će se ovaj problem rešiti u dogledno vreme izgradnjom toplovoda, za šta se izdvaja velika

količina finansijskih sredstava iz gradskog budžeta i drugih izvora finansiranja.

Veliki broj domaćinstava posebno na periferiji grada i u okolnim selima se bavi poljoprivredom pa je prema tome potrebno posvetiti veću pažnju zaštiti zemljišta kao ključnog resursa koje omogućava proizvodnju poljoprivrednih proizvoda koji su nezamenljivi u lancu ishrane ljudi i životinja.

U skladu s iznetim činjenicama ali i potrebom da se ljudi ponašaju u skladu s ciljevima održivog razvoja odnosno Agendom 2030, neophodno je da se svake godine planiraju sredstva za finansiranje zaštite životne sredine. Treba pratiti parametre koji ukazuju na nivo zagađenja i kontinuirano i na vreme sprovesti sve akcije i mere kako bi se sva negativna kretanja zaustavila i preusmerila u pozitivnom pravcu. Metode za praćenje i suzbijanje negativnih

efekata se stalno usavršavaju i menjaju pa je potrebno prilagođavati se i isplanirati novčana sredstva za nabavku istih, kako bismo budućim generacijama obezbedili makar deo kvaliteta života koji smo mi živeli.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Brunekreef, B. (2010). Air pollution and human health: from local to global issues. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2(5), 6661-6669. doi:10.1016/j.sbspro.2010.05.010
- [2] Đurić, Z., Ilić, B. (2023). Sistemska zaštita životne sredine i determinante održivog upravljanja. *Topola / Poplar*, Vol 211, 45-57.
- [3] Drobnjak, D., Šerović, R., Madžgalj, J., Jelić, I. (2019). Održivo upravljanje otpadom u lokalnim samoupravama i zaštićenim područjima u Republici Srbiji. *Tehnika – menadžment*, 69(1), 128-134. Dostupno na: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0040-2176/2019/0040-21761901128D.pdf>
- [4] Durga, C., Kiruthiga, B. (2017). Water pollution: sources, effects, control and its management. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 6([5]), 244-248. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/355035244_FULL_LENGTH_ARTICLE_Water_pollution_Sources_effects
- [5] Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2021). *The State of the world's land and water resources for food and agriculture [SOLAW]*. Dostupno na: <https://www.fao.org/3/cb7654en/cb7654en.pdf>
- [6] Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2022). *Sustainable soil management in action*. Dostupno na: <https://www.fao.org/3/cc0921en/cc0921en.pdf>
- [7] JP Vodovod Vranje (2023). Fabrika za prečišćavanje otpadnih voda u Vranju – najsavremeniji sistem za prečišćavanje.
- [8] Kiurski, J., Aksentijević, S., Čavić, A., Soleša, D., Rajs, V., Bodić, M. (2024). Street-level of air pollution in the city of Novi Sad, Serbia, *Ecologica*, 31(114), 187-195
- [9] Ramos, M., Martinho, G., Pina, J. (2023). Strategies to promote construction and demolition waste management in the context of local dynamics. *Waste management*, 162, 102-112. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X23002052>
- [10] Republički zavod za statistiku [RSZ] (2022). Srbija Popis 2022. Popisni podaci – excel tabele. Dostupno na: <https://popis2022.stat.gov.rs/sr-Cyrl/popisni-podaci-eksel-tabele/>
- [11] Službeni glasnik grada Vranja (2010). Odluka o osnivanju Fonda za zaštitu životne sredine grada Vranja. *Službeni glasnik grada Vranja* br. 04/2010. Dostupno na: http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/2010_07/t07_0125.htm
- [12] Službeni glasnik grada Vranja (2021). Program korišćenja sredstava budžetskog fonda za zaštitu životne sredine za 2021. godinu sa finansijskim planom prema odluci o izmenama i dopunama odluke o budžetu grada Vranja za 2021. godinu. *Službeni glasnik* br. 30/2021
- [13] Službeni glasnik grada Vranja (2022). Program korišćenja sredstava budžetskog fonda za zaštitu životne sredine za 2022. godinu sa finansijskim planom prema odluci o izmenama i dopunama odluke o budžetu grada Vranja za 2022. godinu. *Službeni glasnik* br. 7/2022
- [14] Službeni glasnik grada Vranja (2023). Program korišćenja sredstava budžetskog fonda za zaštitu životne sredine za 2021. godinu sa finansijskim planom prema odluci o izmenama i dopunama odluke o budžetu grada Vranja za 2023. godinu. *Službeni glasnik* br. 5/2023
- [15] United Nations (2020). Sustainable development goals: Goal 6: Ensure access to water and sanitation for all. Dostupno na: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>
- [16] Vlada Republike Srbije (2022). Program upravljanja otpadom u Republici Srbiji za period 2022-2031. godine. Dostupno na: https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2022-02/program_upravljanja_otpadom_u_rs_za_period_2022-2031_god_0_2.pdf
- [17] World Health Organization [WHO] (2016). Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. Dostupno na: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/250141/9789241511353-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [18] World Health Organization [WHO] (2019). Health impact of ambient air pollution in Serbia: a call to action. Dostupno na: https://serbia.un.org/sites/default/files/2019-10/Health-impact-pollution-Serbia_0.pdf
- [19] Zavod za javno zdravlje [ZZJZ] Vranje (2024). Izveštaj o kontroli kvaliteta vazduha na teritoriji grada Vranja za januar 2024. Dostupno na: <https://vranje.org.rs/uploads/files/2237-5109-izvestaj-o-kontroli-kvaliteta-vazduha-na-teritoriji-grada-vranja-za-januar-2024-godine.pdf>

Ecological risk assessment of POPs under transboundary air pollution in Europe

Procena ekološkog rizika od POPs u prekograničnom zagađenju vazduha u Evropi

Vladimir N. Bashkin¹

Institute of physicochemical and biological problems of soil science RAS, Pushchino, Moscow region, Russia / Institut za fizičko-hemijske i biološke probleme nauke o zemljištu RAN, Pušchino, Moskovska oblast, Rusija

Received / Rad primljen: 15.04.2024, Accepted / Rad prihvaćen: 05.07.2024.

Abstract: The article considers the indicators characterizing the assessment of the risk to public health during the transboundary transport of pollutants (POPs) and their biotransformation. The values of concentrations of these compounds in the atmosphere are given and the fields of their deposition in various regions of the world are shown. Risk assessments for dioxins and dioxin-like compounds are given.

Keywords: POPs, PAH, dioxins, EMEP, transboundary transport, deposition, reemission, biotransformation, woman milk, risk assessment.

Sažetak: U članku se razmatraju indikatori koji karakterišu procenu rizika po javno zdravlje tokom prekograničnog transporta zagađujućih materija (POPs) i njihove biotransformacije. Date su vrednosti koncentracija ovih jedinjenja u atmosferi i prikazana polja njihovog taloženja u različitim regionima sveta. Date su procene rizika za dioksine i jedinjenja slična dioksinu.

Ključne reči: POPs, PAH, dioksini, EMEP, prekogranični transport, taloženje, reemisija, biotransformacija, majčino mleko, procena rizika.

¹orcid.org/0000-0001-5656-3011, e-mail: vladimrbashkin@yandex.ru

INTRODUCTION

Persistent organic pollutants, POPs, are a wide class of chemical species with different physicochemical properties and toxicology. Here we will consider the following priority list of POPs: 1,1,1-trichloro-2,2-bis (4-chlorophenyl) ethane, DDT; hexachlorocyclohexanes, HCHs; hexachlorobenzene, HCBs; polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, PCDD/Fs; poly-chlorinated biphenyls, PCBs; polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs, including benz(a)pyrene, B(a)P. Environmental pollution by POPs is one of the global problems that is drawing attention at national and international levels. In accordance to Protocol on POPs to the UN

ECE Convention on Long-Range Trans-Boundary Air Pollution that entered into force in October 2003, the parties to the protocol shall encourage research, development, monitoring, and cooperation related, in particular, to an effects-based approach which integrates appropriate information on measured or modeled environmental levels, pathways, and risk to human health and the environment.

1. EVALUATION OF POP DEPOSITION

Calculated fields of depositions and concentrations give the opportunity to assess the changes in atmospheric contamination and deposition of POPs and to select 'hot spots' of contamination. As an

example, the spatial distribution of PCDD/Fs depositions to the EMEP region, calculated for the beginning of 21st century showed the 'hot spots' which are particular cells of the EMEP grid characterized by the highest values of PCDD/Fs deposition. PCDD/F deposition at one 'hot spot' near Prague (the Czech Republic) decreased more than 2 times in comparison with previous estimates (end of 20th century). Such calculated fields of depositions for other considered POPs are also available on the Internet (<http://www.msceast.org>).

1.1. Exceedances of air quality guidelines for PAHs

The assessment of the impact on the population of high levels of concentrations exceeding the regulatory requirements for air quality was carried out using the results of modeling and measurement of PAH pollution levels in 2021 in the region where the European Environmental Pollution Monitoring

(EMEP) is carried out (Ilyin et al., 2023). In the European Union, there are several thresholds for B(a)P as an indicator compound (European Directive, 2004). Threshold values include a target concentration of B(a)P in the air equal to 1 ng/m³, as well as upper and lower estimated thresholds (UAT and LAT) equal to 0.6 and 0.4 ng/m³, respectively. Also, the World Health Organization (WHO) uses a reference level of 0.12 ng/m³ for B(a)P, which indicates the level of concentration in the air corresponding to the excess lifetime risk of cancer equal to 10⁻⁵ (WHO, 2017).

Figure 1 shows the average annual simulated concentrations in air (a) and total deposition fluxes (b) in total for 4 PAHs. These values are based on emissions data for 2021. The results were used to estimate the population in areas where concentration levels exceeded air quality standards.

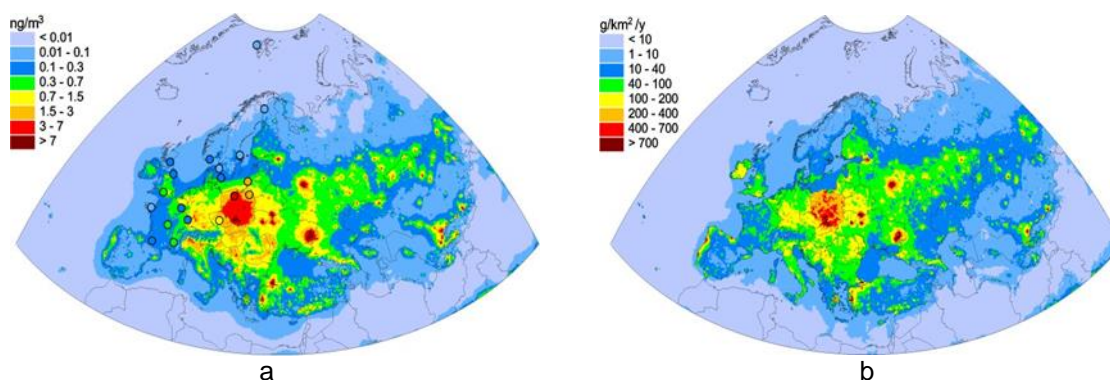


Figure 1. Annual mean modelled air concentrations (a) and total deposition fluxes (b) of the sum of 4 PAHs based on the emissions data for 2021 (<http://www.msceast.org>)

About 11% of the population of the EMEP countries in 2021 lived in areas exceeding the EU target level for average annual concentrations of B(a)P in the air. Approximately 19% and 29% of the population live in areas exceeding the values of the upper assessment threshold (UAT) and the lower assessment threshold (LAT), respectively. The WHO reference level was exceeded for 63% of the population of the EMEP countries.

The effect on the population of a mixture of 4 PAHs was evaluated using toxic equivalence factors. Thus, the parameters of their toxicity are known for individual PAH compounds. This makes it possible to calculate toxic equivalence coefficients (TEF). Then these values can be compared with the known toxicity of B(a)P. TEF coefficients can be applied to characterize the carcinogenic activity of each PAH under consideration. It is also possible to calculate the equivalent concentration of the PAH mixture with respect to B(a)P. Equivalent concentrations of B(a)P for all 53 PAHs are calculated as the sum of the

concentrations of individual PAHs multiplied by the corresponding TEFs values. Model estimates of equivalent concentrations B(a)P shows a higher percentage of the population in areas exceeding the EU target and the WHO reference level, namely 15% and 71%, respectively.

The information on exceedances of the EU and WHO air quality guidelines for B(a)P as well as data on B(a)P equivalent air concentrations of PAHs can be used to the analysis of population exposure to toxic substances and their impacts on human health.

The greatest spatial variability among the pollutants under consideration was shown for the values characterizing the concentrations of B(a)P in the air. Concentrations ranging from 0.1 to 2 ng/m³ were observed in regions with high emissions, in particular, in Central and Western Europe, South and Southeast Asia, and Central Africa (Fig. 2a). At the same time, in a number of countries, for example, in China, India, Bangladesh, these values exceeded the level of 2 ng/m³. In North and South America, the

concentrations under consideration ranged from 0.002 to 0.1 ng/m³. Main sources of emissions B(a)P are located on land, respectively, concentrations over the oceans were significantly lower (0.0002 – 0.02 ng/m³). However, in areas of intensive maritime navigation and along the sea coasts, higher values were noted.

The average annual concentrations of PCDD/Fs in the air ranged from 1 to 25 mcg-eq/m³ in most parts of the globe (Fig. 2b). There is a correlation between the values of emissions and concentrations of these compounds, primarily in Asia (Bangladesh, eastern and northern India, Japan, the southern islands of Indonesia, the Korean Peninsula) and Africa. At the same time, relatively low levels (below 0.5 fg TEQ – toxicity equivalent quantity/m³) were observed over Canada, Alaska, Russian Siberia and a significant part of the Scandinavian Peninsula, where emissions are lower compared to other parts of the globe. At the same time, it is necessary to take into account the peculiarities of atmospheric circulation. In winter, the prevailing anti-cyclonic systems over Canada and Siberia prevent the transfer of PCDD/Fs from Asian regions with high emissions. This air circulation is less pronounced in summer. Accordingly, the contrast between PCDD/Fs concentrations in Canada, Siberia and Asian regions decreases.

Annual mean concentrations of PCB-153 ranged from 0.05 to 1 pg/m³ over most of land areas of the Northern Hemisphere (Fig. 2c). In Europe, the eastern part of the USA and in East Asia (South Korea, Japan), the largest anthropogenic emissions and the highest concentrations (>1 pg/m³) were noted. Regional transport of PCB-153 has also been recorded in the atmosphere, leading to the formation of a vast zone of elevated concentrations over the North Atlantic. At the same time, concentrations over the oceans in the Southern Hemisphere were significantly lower than in the Northern Hemisphere. This is due to both higher emissions in the Northern Hemisphere and the limited exchange of air masses between the hemispheres.

The highest air concentrations of HCB (30-50 pg/m³) took place in Europe, the eastern part of Russia and China. In other parts of the North Hemisphere the concentrations are between 8-30 pg/m³. Similar to PCB-153, there was distinct gradient of air concentrations between Northern and Southern Hemispheres (Fig. 2d). There is no connection between the current anthropogenic emissions of this pollutant and its content in the atmosphere. One of the reasons may be the re-emission of previously absorbed PCB-153.

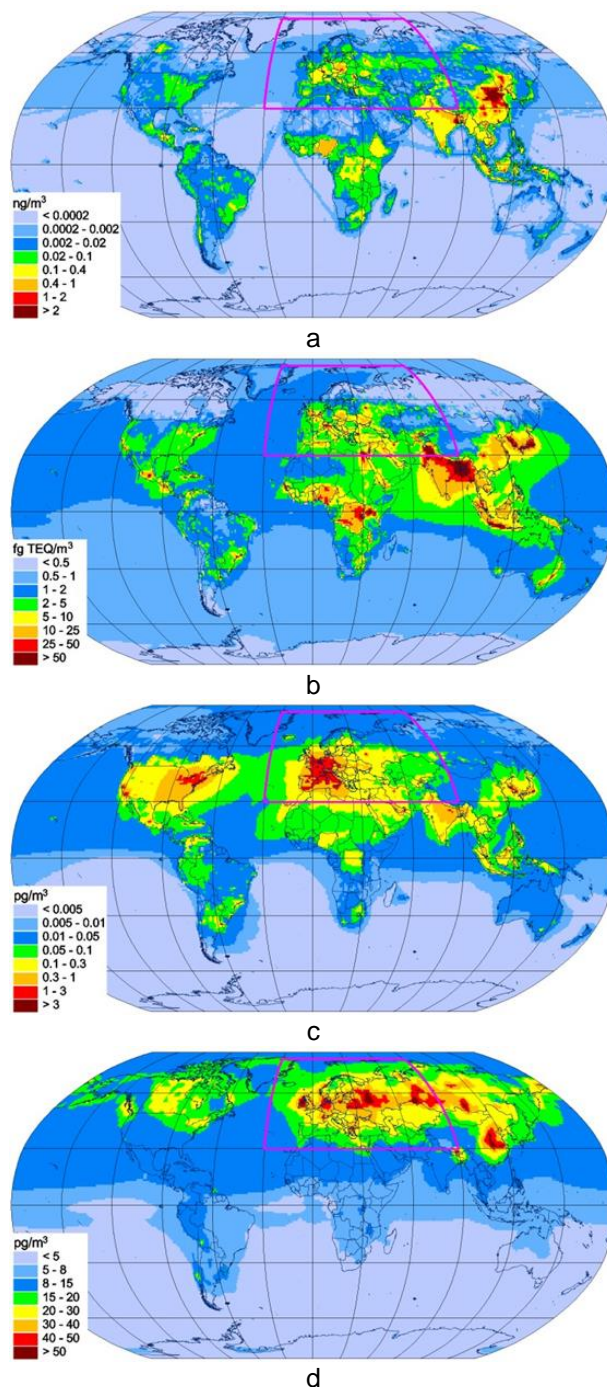


Figure 2. Global distribution of annual mean air concentration of B(a)P (a), PCDD/Fs (b), PCB-153 (c), and HCB (d) in 2021. Red line depicts boundary of the EMEP region (<http://www.msceast.org>)

1.2. POP Transport in the Northern Hemisphere

The possibility of cross-border transfer of the considered POPs was assessed using balance approaches. To do this, the amount of each of these pollutants emitted in Europe (intake) and transported outside the EMEP region (outflow) was calc-

ulated. It is shown that from 20% to 80% of POPs emitted in the European region were taken outside of it. Calculations of the transport of POPs from various groups of sources (European, American, Asian, African) were carried out. This made it possible to assess the importance of the intercontinental transport of these pollutants.

2. EXPOSURE PATHWAYS OF DIOXINS AND DIOXIN-LIKE PCBs TO HUMAN

2.1. General Description of Dioxins

In this section, we consider the exposure pathways of POPs to human beings on the example of PCDD/Fs, often called just 'dioxins'. These species consist of two groups of tricyclic aromatic compounds with similar chemical and physical properties. The number of chlorine atoms in each molecule can vary from one to eight. The number of chlorine atoms and their positions are of utmost importance for the toxicological potency of each congener. PCDD/Fs have never been produced intentionally, except for pure substances used as references in analytical and toxicological research, and have never served any useful purpose, unlike many other POPs such as PCBs and DDT. PCDD/Fs are formed as unwanted by-products in many industrial and combustion processes. They have also been shown to be formed in the environment by forest fires and volcanoes, and also via enzymatically catalyzed processes.

Primary sources of environmental contamination with PCDD/Fs in the past were the production

and use of organic chemicals containing chlorine. PCDFs were formed as inadvertent by-products in the production and use of PCBs and, in combination with PCDDs, in such high-temperature processes as waste incineration, the metal industry, home heating, and other energy production processes.

PCDFs are also found in residual waste from the production of vinyl chloride and the chlor-alkali process for chlorine production. Factors favorable for the formation of PCDD/Fs are high temperatures, alkaline media, the presence of ultraviolet light, and the presence of radicals in the reaction mixture/chemical process.

Previous production of pentachlorophenol, as well as the bleaching process in pulp and paper mills, has been shown to be a major source. Changes in industrial processes have resulted in a reduction of PCDD/Fs concentration in products. Whereas in the past the chemical industry and, to a lesser extent, the pulp and paper industry were considered to be the main sources of PCDD/Fs (and also the cause of many of today's contaminated sites in several industrialized countries), today's dioxin input is mainly due to thermal processes. There is still a considerable focus on waste incineration but, owing to requirements for dioxin reduction in stack gases set by several national authorities, the importance of this category has declined during the last years. Examples can be seen especially in the European emission inventories. An overview of combustion sources known to generate and emit PCDD/Fs is presented in Table 1.

Table 1. Sources of emission of PCDD/Fs

Stationary sources	
Waste incineration	Municipal solid waste, clinical waste, hazardous waste, sewage sludge
Steel industry	Steel mills, sintering plants, hot-strip mills
Recycling plants	Nonferrous metals (melting, foundry: Al, Cu, Pb, Zn, Sn)
Energy production	Fossil fuel power plants, wood combustion, landfill gas
Diffuse sources	
Traffic	Cars
Home heating	Coal, oil, gas, wood
Accidents	PCB fires, fires in building, forest fires, volcanic eruptions

From: (Fielder, 1999)

PCDD/PCDFs are found not only in stack gases but also in solid residues from any combustion process such as bottom ash, slag, and fly ash. With advanced technology and better burnout of the ashes and slag (characterized by a low content of organic carbon), PCDD/F concentrations have declined.

Secondary sources of PCDD/Fs, their reservoirs, are those matrices where they are already present, either in the environment or as products. Product

reservoirs include PCP-treated wood, PCB-containing transformers and sewage sludge, compost and liquid manure, which can be used as fertilizers in agriculture and gardens. Reservoirs in the environment are, for example, landfills and waste dumps, contaminated soils (mainly from former chemical production or handling sites), and contaminated sediments (especially in harbors and rivers with industries discharging directly to the waterways).

Although these reservoirs may be highly contaminated with PCDD/Fs, the chemical and physical properties of these compounds imply that dioxins and furans will stay adsorbed to organic carbon in soils or other particles. On the other hand, mobilization can occur in the presence of lipophilic solvents (leaching into deeper layers of soils and/or groundwater) or in cases of erosion or runoff from topsoil (translocation into the neighborhood). Experience has shown that transport of PCDD/Fs due to soil erosion and runoff does not play a major role in environmental contamination and human exposure.

PCBs have been used commercially since 1929 as dielectric and heat exchange fluids and in a variety of other applications. The presence of PCBs in human and wildlife tissues was first recognized in 1966. Investigations in many parts of the world have since revealed widespread distribution of PCBs in the environment, including remote areas with no PCB production or use. There is evidence that the major source of PCB exposure in the general environment is the redistribution of PCBs previously introduced into the environment. It is believed that large bodies of water, such as the Baltic Sea and the Canadian Great Lakes, may release significant amounts of PCB residues from previous uses into the atmosphere. The fact that PCB levels seem to decline in a similar way at different latitudes indicates that primary sources may still play an important role. The amount of dioxin-like PCBs might vary in the environment but the sources, transport, and distribution, as well as persistence, show similarities with the general properties of PCBs.

2.2. Potential for Long-Range Transboundary Air Pollution

PCDD/Fs are very persistent compounds; as their *K_{ow}* and *K_{oc}* are very high, they will intensively adsorb on to particles in air, soil, and sediment and accumulate in fat-containing tissues. The strong adsorption of PCDD/Fs and related compounds to soil and sediment particles means that their mobility in these environmental compartments is negligible. Their mobility may be increased by the simultaneous presence of organic solvents such as mineral oil. The air compartment is probably the most significant compartment for the environmental distribution and fate of these compounds.

Some of the PCDD/Fs emitted into air will be bound to particles while the rest will be in the gaseous phase, which can be subject to long-range transport (up to thousands of kilometers). In the gaseous phase, removal processes include chemical and photochemical degradation. In the particulate phase, these processes are of minor importance

and the transport range of the particulate phase will primarily depend on the particle size. PCDD/Fs are extremely resistant to chemical oxidation and hydrolysis, and hence these processes are not expected to be significant in the aquatic environment. Photodegradation and microbial transformation are probably the most important degradation routes in surface water and sediment.

The number of chlorine atoms in each molecule can vary from one to eight. Among the possible 210 compounds, 17 congeners have chlorine atoms at least in the positions 2, 3, 7, and 8 of the parent molecule, and these are the most toxic, bioaccumulative, and persistent ones compared to congeners lacking this configuration. All the 2,3,7,8-substituted PCDDs and PCDFs plus coplanar PCBs (with no chlorine substitution at the ortho-positions) show the same type of biological and toxic response.

PCDD/Fs are characterized by their lipophilicity, semivolatility, and resistance to degradation. The photodegradation of particle-bound PCDD/Fs in air was found to be negligible. The tetra–octa PCDD/PCDFs have lower vapor pressures than PCBs and are therefore not expected to undergo long-range transport to the same extent; nevertheless, there is evidence for deposition in Arctic soils and sediments.

2.3. Persistence in water, soil, and sediment

Owing to their chemical, physical, and biological stability, PCDD/Fs are able to remain in the environment for a long time. As a consequence, dioxins from so-called 'primary sources' (formed in industrial or combustion processes) are transferred to other matrices and enter the environment. Such secondary sources are sewage sludge, compost, landfills, and other contaminated areas. PCBs and PCDD/Fs are lipophilic (lipophilicity increases with increasing chlorination) and have very low water solubility. Because of their persistent nature and lipophilicity, once PCDD/Fs enter the environment and living organisms, they will remain for a very long time, like many other halogenated aromatic compounds. As *log K_{ow}* (typically 6–8) or *log K_{oc}* are very high for all these compounds, they will intensively adsorb on to particles in air, soil, and sediment. The strong adsorption of PCDD/Fs and related compounds to soil and sediment particles causes their mobility in these environmental compartments to be negligible.

Their mobility may be increased by the simultaneous presence of organic solvents such as mineral oil. The half-life of TCDD in soil has been reported as 10–12 years, whereas photochemical degradation seems to be considerably faster but with a large variation that might be explained by experimental

differences (solvents used, etc.). Highly chlorinated PCDD/Fs seem to be more resistant to degradation than those with just a few chlorine atoms.

2.4. Bioaccumulation

Gastrointestinal absorption of tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) in rodents has been reported to be in the range of 50–85% of the dose given. The half-life in rodents ranges from 12 to 31 days except for guinea pigs, which show slower elimination ranging from 22 to 94 days. The half-life in larger animals is much longer, being around 1 year in rhesus monkeys and 7–10 years in humans.

2.5. Monitoring

PCDD/Fs have been found to be present in Arctic air samples in weekly filter samples (particulate phase) collected at Alert in Canada. PCDD/PCDFs have been monitored since 1969 in fish and fish-eating birds from the Baltic. The levels of PCDD/Fs in guillemot eggs, expressed as TEQ, decreased from 3.3 ng/g lipids to around 1 ng/g between 1969 and 1990. Since 1990, this reduction seems to have leveled off and today it is uncertain whether there is a decrease or not. Fish (herring) show a similar picture.

Thus both physical characteristics and environmental findings support the long-range transport of PCDD/Fs and PCBs. There are differences, however, both between and within the groups regarding ability to undergo LRTAP.

2.6. Pathways of LRTAP-Derived Human Exposure

For decades, many countries and intergovernmental organizations have taken measures to prevent the formation and release of PCDD/Fs, and have also banned or severely restricted the production, use, handling, transport, and disposal of PCBs. As a consequence, release of these substances into the environment has decreased in many developed countries. Nevertheless, analysis of food and breast milk show that they are still present, although in levels lower than those measured in the 1960s and 1970s. At present, the major source of PCB exposure in the general environment appears to be the redistribution of previously introduced PCBs.

2.7. Significant sources and magnitude of human exposure

PCDD/Fs are today found in almost all compartments of the global ecosystem in at least trace amounts. Importantly, past and present human exposure to PCDD/Fs and PCBs results primarily from their transfer along the pathway: atmospheric

emissions - air - deposition - terrestrial/aquatic food chains - human diet.

2.8. Exposure levels in adults

PCDD/Fs accumulate in human adipose tissue, and the level reflects the history of intake by the individual. Several factors have been shown to affect adipose tissue concentrations/body burdens, notably age, the number of children and period of breast-feeding, and dietary habits.

Results are currently available from 21 countries. PCB levels in fish have been decreasing in many areas since the 1970s, but the decrease has leveled off during the last years. Today, the daily PCB intake is estimated to be around 10 ng/kg bw for an adult.

2.9. Exposure levels in children (including prenatal exposure)

Once in the body, DDTs, PCBs and PCDD/Fs accumulate in fatty tissues and are slowly released. Lactation or significant weight loss increases the release of the substances into the blood. PCBs can cross the placenta from mother to fetus, and are also excreted into the breast milk. PCB and PCDD/F concentrations in human milk are usually higher than in cow's milk or other infant foods. As a result, breastfed infants undergo higher dietary exposure than those who are not breastfed. This concerns particularly breastfed infants of women exposed to high levels of PCBs, including Inuit and women whose diet is mainly based on fish from highly contaminated rivers and lakes, such as the Great Lakes and the Baltic Sea. Time-trend information suggests that DDTs, PCDD/F and PCB concentrations in human milk have decreased significantly since the 1970s in countries that have taken measures against these substances. However, the decrease has leveled off during the last years. Therefore, current fetal and neonatal exposures continue to raise serious concerns regarding potential health effects on developing infants. Compared to adults, the daily intake of these POPs by breastfed babies is 1–2 orders of magnitude higher. A recent field study showed higher mean levels of DDTs, PCDD/Fs and PCBs in human milk in industrialized areas (10–35 pg I-TEQ/g milk fat) and lower levels in developing countries (10 pg I-TEQ/g milk fat). Very few studies have been performed on Arctic populations with respect to the exposure of children to these substances. It is likely, however, that the differences in exposure between children and adults demonstrated in many industrialized regions also exist in Arctic regions.

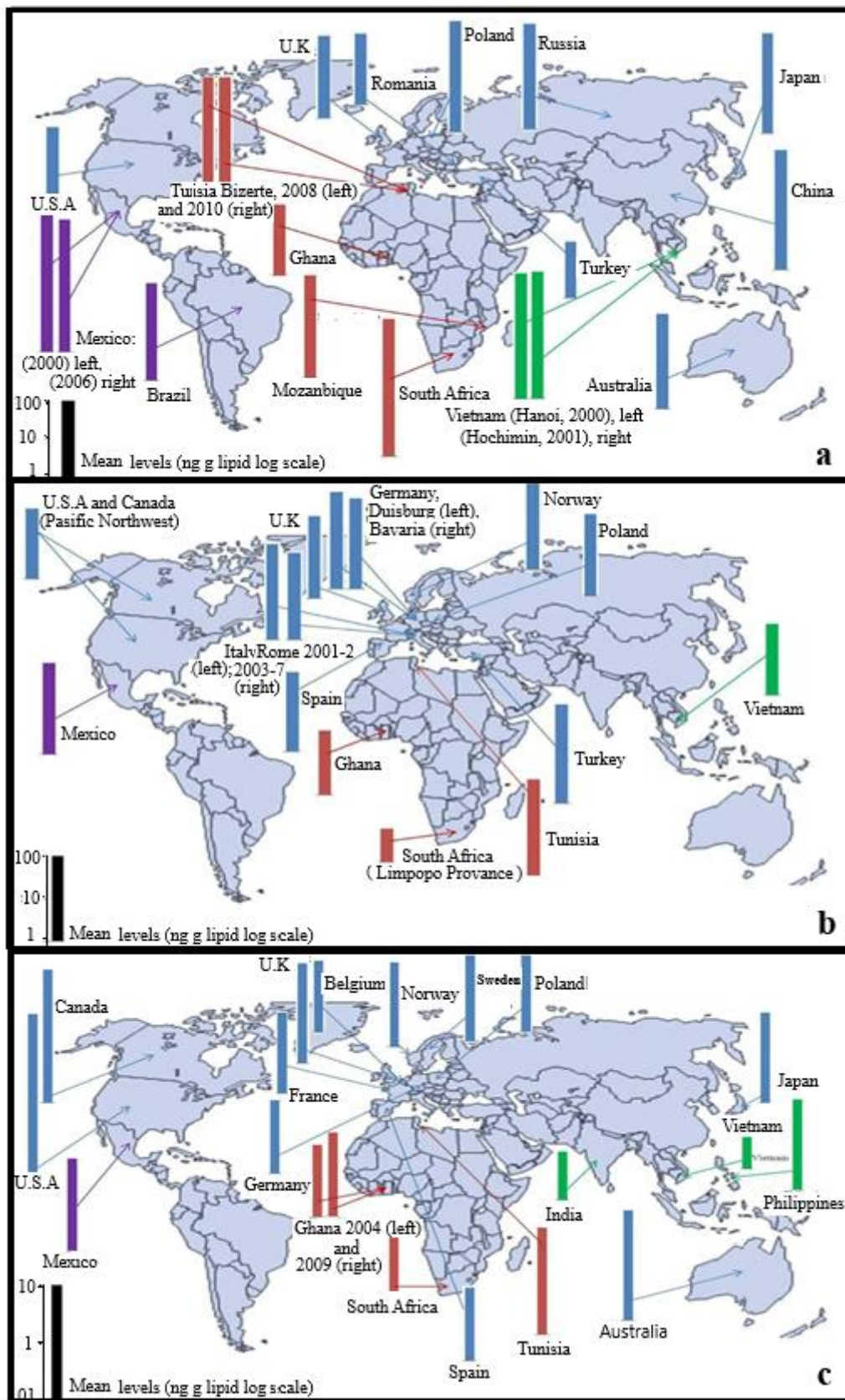


Figure 3. Arithmetic means of POPs in human milk (ng/g lipid weight) sampled post year 2000 from countries in the developed and developing regions: (a) DDTs; (b) PCBs; (c) PBDEs (Mochungong, Zhu, 2015)

2.10. DDTs

DDT was banned in most Western European countries in the late 1960s and early 1970s, during 1980-2000 it was banned in the most countries of the World. However, this preparation is still used to control a number of insects and to prevent dangerous diseases, for example, tropical malaria. Such a ban and/or restrictions on the use of DDT in agriculture in most developed regions has led to a gradual decrease in the content of these compounds in breast milk. Accordingly, the content of DDT in breast milk in developing countries is higher than in developed countries (Fig. 3a). This trend has been observed for many years. Consequently, the earlier restrictions on the use of DDT were introduced, the less the accumulation of this insecticide in breast milk was noted. The worldwide ban on the use of DDT came into force in 2004, although it provides an exception for the continued use of DDT for disease vector control in areas with high concentrations of malaria. This practice has led to a reduction in malaria cases and a consistently high DDT content in breast milk.

2.11. PCBs

The PCB content in breast milk is shown in Figure 3b. These values in developed countries, primarily in Europe, are quite homogeneous and amount to about 100 ng/g. In developing countries, these values vary greatly. For example, the data for Mex-

ico, Vietnam and Tunisia are comparable to those observed in Europe, while in Ghana and South Africa these figures were significantly lower. In some cases, such variability can be explained by the presence of landfills of used electrical equipment containing PCBs. For example, in Tunisia in the early 2000s, 1,079 transformers contaminated with PCBs were identified, which is 720 tons of liquid PCBs and 2,900 tons of contaminated equipment in the country. There are suggestions that similar examples may be in other countries, both in Africa and South-east Asia.

2.12. PBDEs

The PBDE content in breast milk is shown in Figure 4c. Among developed countries in Canada and the United States, the values considered are higher than in other developed countries, especially in Europe. The low values in Europe are explained by the ban imposed by the European Union in 2004 on the production, use and import of products based on penta-BDE and octa-BDE. At the same time, the following trend should be taken into account. Although, in both developed and developing countries, in some cases comparable levels of PBDE content in breast milk are observed, but in European countries, Japan and Australia these values tend to decrease due to the strict rules introduced. In other countries, the opposite trend is observed, for example, in Ghana or Botswana (Fig. 3c).

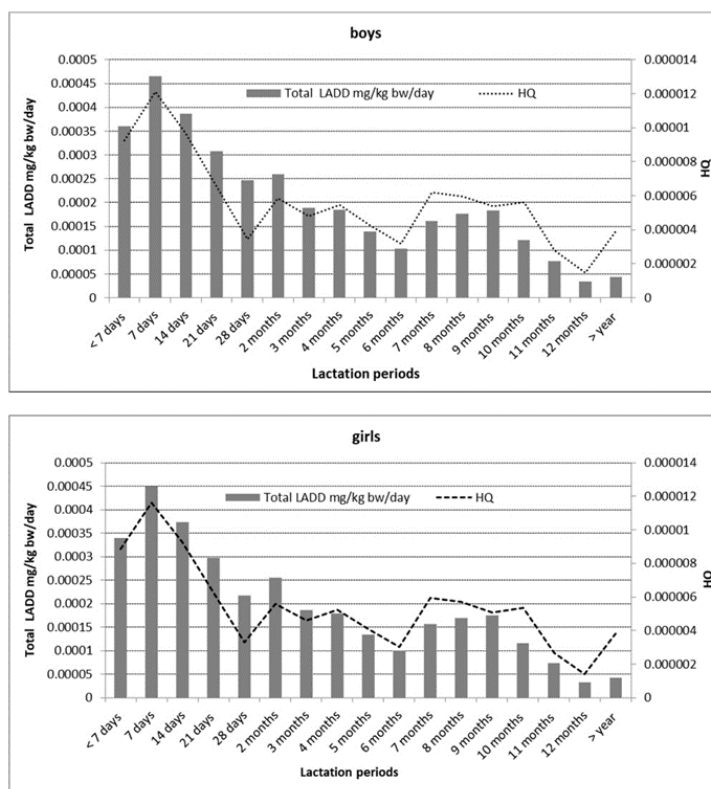


Figure 4. Assessment of infant exposure by sex (Witczak et al., 2021)

It is important to understand that in order to assess the risk to human health, it is necessary to calculate two parameters: the average daily dose of POP consumption over a person's entire life (LADD) and the hazard coefficient (HQ). Thus, the LADD index can vary from 3.30 ± 10^{-5} to 7.84 ± 10^{-4} mg/kg of body weight per day. At the same time, the highest value of LADD is usually observed in both female and male infants in the first week of lactation, after which there is a gradual decrease with an increase in the duration of the feeding period (Fig. 4). The HQ values in such cases are significantly lower than 1 and range from 1.40 ± 10^{-6} to 1.21 ± 10^{-5} . These values indicate that the residues of organochlorine pesticides found in breast milk in the given case pose a low risk to infants. But it should be borne in mind that the greatest absorption of these toxic substances occurs at the beginning of the breastfeeding period.

2.13. Potential for high-exposure situations

It has been shown that these substances, and especially PCBs, can occur in elevated concentration in Arctic fauna. As the diet of many Arctic populations relies to a vast extent on marine mammals that represent high trophic levels, human exposure has been shown to be considerably high compared to industrialized areas.

2.14. Health effects in humans

There are many studies on the carcinogenicity of 2,3,7,8-TCDD in accidentally exposed workers. Epidemiological studies on people exposed in connection with the accident in Seveso have generated valuable information. Excess risks were observed for ovarian and thyroid cancers and for some neoplasia of the haematopoietic tissue; these results were, however, based on small numbers. Epidemiological studies on the cohorts most highly exposed to 2,3,7,8-TCDD produced the strongest evidence of increased risks for all cancers combined, along with less strong evidence of increased risks for cancers of particular sites. The relative risk for all cancers combined in the most highly exposed and longer-latency subcohorts is 1.4.

Studies of noncancer effects in children have indicated neurodevelopmental delays and neuro-

behavioral effects, including neonatal hypotonia. In children in Seveso who were highly exposed to TCDD, small, transient increases in hepatic enzymes, total lymphocyte counts and subsets, complement activity, and nonpermanent chloracne were observed.

2.15. Critical outcomes and existing reference values

During the last decades, a number of different risk assessments of dioxins and related compounds have been performed. Since the mid-1990s, coplanar PCBs have often been included in the assessments. In 1997, WHO established an expert group on dioxins and related compounds. It proposed, based on the toxic equivalency Factor (TEF) scheme shown in Table 2, a TDI for dioxins and related compounds. The proposal was based on kinetic calculations of doses to body burden and vice versa. The body burden approach resulted in a reduced need for a safety factor for extrapolation between species. The WHO expert group calculated that a reliable LOAEL probably could be found in the range of 14–37 pg/kg bw per day. By applying a safety factor of 10 to this range, it proposed a TDI of 1–4 pg/kg bw. The group emphasized that the TDI represents a tolerable daily intake for lifetime exposure, and that occasional short-term excursions above the TDI would have no health consequences provided that the averaged intake over long periods was not exceeded. In addition, it recognized that certain subtle effects may be occurring in some sections of the general populations of industrialized countries at current intake levels (2–6 TEQ /kg bw per day), but found it tolerable on a provisional basis since these reported subtle effects were not considered overtly adverse and there were questions as to the contribution of non-dioxin-like compounds to the observed effects. The group therefore stressed that the upper range of the TDI of 4 pg TEQ /kg bw should be considered a maximum tolerable intake on a provisional basis, and that the ultimate goal was to reduce human intake levels to below 1 pg TEQ /kg bw per day. In 2001, the European Commission and the Scientific Committee for Food proposed a temporary TWI of 14 pg/kg bw for 2,3,7,8-PCDD/Fs and dioxin-like PCBs.

Table 2. WHO TEF values for human risk assessment

Congener	TEF value	Congener	TEF value
Dibenzo-p-dioxins		Non-ortho-PCB	
2,3,7,8-TCDD	1	PCB 77	0.0001
1,2,3,7,8-PnCDD	1	PCB 81	0.0001
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	PCB 126	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	PCB 169	0.01
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01		
OCDD	0.0001		
Dibenzofurans		Mono-ortho-PCB	
2,3,7,8-TCDF	0.1	PCB 105	0.0001
1,2,3,7,8-PnCDF	0.05	PCB 114	0.0005
2,3,4,7,8-PnCDF	0.5	PCB 118	0.0001
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	PCB 123	0.0001
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	PCB 156	0.0005
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	PCB 157	0.0005
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	PCB 167	0.00001
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	PCB 189	0.0001
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01		
OCDF	0.0001		

CONCLUSION

It has been demonstrated that dioxins and many PCBs resist degradation, bioaccumulate, are transported through air, water, and migratory species across international boundaries, and are finally deposited far from the place of release where they can accumulate in terrestrial and aquatic ecosystems. The clearest evidence for this long-range transport derives from the levels of PCDD/Fs and PCBs measured in the Arctic. Owing to long-range transboundary transport, these substances are nowadays ubiquitous contaminants of the ecosystem and are also present in the food chain. Therefore, most of the human population is exposed to PCDD/Fs and PCBs. Moreover, since dioxins and PCBs pass from mother to fetus through the placenta, and from mother to newborn through breastfeeding, infants are at risk of harmful effects in the most critical period of their development. There are just some reports of dioxins in humans from Arctic regions, but there are plenty of animal samples analyzed for dioxins and PCBs that give information on human exposure through food. As many people living in the Arctic still practice hunting and fishing for an important part of their diet, their exposure to dioxins, PCBs, and other contaminants could be elevated compared to people living in industrialized parts of the world.

REFERENCES

- [1] European Directive 2004/107/EC
- [2] Fielder, H. (1999). Sources of PCDD/PCDF and impact on the environment. *Chemosphere*, 32, 55-64.
- [3] Ilyin, I., Batrakova, N., Gusev, A., Rozovskaya, O., Shatalov, V., Strizhkina, I., Vulykh, N., Travnikov, O. (2023). *Heavy metals and POPs: Pollution assessment of toxic substances on regional and global scales*. Meteorological Synthesizing Centre – East. Moscow, 160 p.
- [4] Mochungong, P., Zhu, J. (2015). DDTs, PCBs and PBDEs contamination in Africa, Latin America and South-southeast Asia - A review. *AIMS Environmental Science*, 2(2), 374-399. doi:10.3934/environsci.2015.2.374
- [5] WHO (2017). *Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future*. Copenhagen. WHO Regional Office for Europe. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0/019/331660/Evolution-air-quality.pdf.
- [6] Witczak, A., Pohoryło, A., Abdel-Gawad, H. (2021). Endocrine-Disrupting Organochlorine Pesticides in Human Breast Milk: Changes during Lactation. *Nutrients*, 13, 229. doi:10.3390/nu13010229
- [7] <http://www.msceast.org>

Хемијски састав *Helichrysum italicum* гајеног на земљишту типа смоница

The chemical composition of *Helichrysum italicum* grown on vertisol

Снежана Брајевић^{1*}, Жељко Целетовић², Марко Станимировић³, Предраг Димовски⁴,
Александар Симић⁵, Гордана Андрејић⁶, Никола Милановић⁷, Урош Алексић⁸ /
Snežana Brajević^{1}, Željko Dželetović², Marko Stanimirović³, Predrag Dimovski⁴,
Aleksandar Simić⁵, Gordana Andrejić⁶, Nikola Milanović⁷, Uroš Aleksić⁸*

^{1,2,6,7,8}Универзитет у Београду, Институт за примену нуклеарне енергије – ИНЕП, Банатска 31Б,
Београд-Земун, Србија /
University of Belgrade, Institute for application of nuclear energy. Banatska 31B, Belgrade-Zemun, Serbia

^{3,5}Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Немањина 6, Београд-Земун, Србија /
University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Belgrade-Zemun, Serbia

⁴РУДИНСТ Инжењеринг ДОО, 6. личке дивизије 20, Београд, Србија /
RUDINST Engineering Ltd., 6 Ličke Divizije Street, Belgrade, Serbia

*Аутор за преписку / Corresponding author

Рад примљен / Received: 29.04.2024, Рад прихваћен / Accepted: 18.08.2024.

Сажетак: Смиље (*Helichrysum italicum* Roth G. Don) је вишегодишња биљна врста из фамилије *Asteraceae*, која у Србији спонтано расте на песковитим и сувим земљиштима. Осушена цваст смиља користи се као сировина за лековите чајеве, у козметици и фармацеутској индустрији. На успевање смиља велики утицај имају особине земљишног супстрата. Хемијски састав надземних биљних делова је у великој мери условљен садржајем појединих елемената у земљишту. На подручју села Лешје код Параћина смиље се плантажно гаји од 2016. године на земљишту типа смоница. Узорке земљишта и надземне делове смиља, зелене гранчице и листове, прикупили смо 2023. године са три парцеле. Установили смо да је земљиште под смиљем слабо хумозно, неутралне рН реакције, са ниским садржајем азота и приступачног фосфора и добро обезбеђено у приступачном калијуму. Садржаји Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn у земљишту су били у границама максимално дозвољених вредности. Једино је садржај никла био благо повишен у односу на дозвољене вредности. Акумулиране концентрације метала у биљном материјалу биле су у оквиру уобичајених вредности за гајене биљке. У узорку *H. italicum* који расте поред релативно прометног асфалтног пута измерена је већа концентрација олова (4 mg kg⁻¹). С обзиром на садржај овог елемента у земљишту, претпостављамо да је већа концентрација у биљном материјалу антропогено узрокована (близином пута). Установили смо врло јаке корелационе везе између садржаја Cu и Mn у земљишту са садржајем фосфора и калијума у биљном материјалу. Врло јака корелациона веза установљена је и између садржаја Pb у земљишту и K и Mn у биљкама, као и јака корелациона веза са садржајем Cd у биљкама.

Кључне речи: смиље, смоница, основна плодност, тешки метали, микроелементи.

¹orcid.org/0009-0008-7964-8235, e-mail: snezana.brajevic@inep.co.rs

²orcid.org/0000-0001-9166-7094, e-mail: zdzeletovic@inep.ac.rs

³orcid.org/0009-0004-7592-9153, e-mail: markostanimirovic@yahoo.com

⁴orcid.org/0009-0007-3032-1808, e-mail: pdimovski2@gmail.com

⁵orcid.org/0000-0002-7605-3796, e-mail: alsimic@agrif.bg.ac.rs

⁶orcid.org/0000-0002-5515-9321, e-mail: gordanaa@inep.co.rs

⁷orcid.org/0000-0001-8566-4102, e-mail: nikola.milanovic@inep.co.rs

⁸orcid.org/0000-0002-7313-497X, e-mail: urosa@inep.co.rs

Abstract: The immortelle (lat. *Helichrysum italicum* Roth G. Don) is a perennial plant of the *Asteraceae* family that grows spontaneously in Serbia on sandy and dry soils. The dried inflorescences of the immortelle are used as a raw material for medicinal teas, in cosmetics and in the pharmaceutical industry. The growth of *H. italicum* is strongly influenced by the properties of the initial substrate. The chemical composition of the above-ground parts of the plant depends on the content of certain elements in the soil. In the area of the village of Lešje near Paraćin, Serbia, the immortelle has been grown commercially on Vertisol since 2016. Soil samples and above-ground parts of immortelle, green branches, and leaves, were taken from three plots in 2023. Soil fertility analysis showed that the soil was low in humus, neutral in pH and low in nitrogen and phosphorus, but well supplied with potassium. The content of Cd, Cr, Cu, Mn, Pb and Zn in the soil was within the maximum permissible values. The only element that showed a slight increase compared to the maximum values was the nickel content. The accumulated concentrations of metals in the plant material were within the usual values for cultivated plants. In the sample of *H. italicum* growing next to the road, a higher concentration of lead was measured (4 mg kg^{-1}). Considering the content of this element in the soil, we assume that the higher concentration in the plant material is anthropogenic (proximity to the road). We found a very strong correlation between the content of Cu and Mn in the soil and the content of phosphorus and potassium in the plant material. A very strong correlation was also found between the Pb content in the soil and the K and Mn content in the plants, as well as a strong correlation with the Cd content in the plants.

Key words: immortelle, vertisol, basic fertility, heavy metals, microelements.

УВОД / INTRODUCTION

Смиље (лат. *Helichrysum italicum* Roth G. Don) је вишегодишња жбунаста врста из фамилије *Asteraceae*, која се спонтано јавља на подручју Медитерана, а може да расте и на неплодним, сувим, песковитим и сиромашнијим земљиштима до чак 2000 m надморске висине (Ninčević et al., 2019). Захваљујући својим скромним захтевима у погледу услова успевања, као и разноврсним биолошким активностима и примени у козметичкој и фармацеутској индустрији, научно и привредно интересовање за медитеранским смиљем расте у последњим деценијама (Melito et al., 2016). У нашој земљи смиље се може гајити у равничарским деловима Војводине, као и у брдско-планинском подручју Централне Србије, а правилним избором технологије производње може бити уносна гајена врста (Милорадовић, 2018).

На успевање смиља велики утицај имају климатски фактори и матични супстрат. Капацитет акумулације појединих елемената у биљним органима веома зависи од геолошког окружења и у великој мери је условљен њиховим садржајем у земљишту (Vural, 2018). Према Koosaletse-Mswela et al. (2015) врсте из рода *Helichrysum* детерминисане су као металофите, односно биљке толерантне на повећане концентрације појединих тешких метала у земљишту. Brunetti et al. (2018) закључили су да медитеранско смиље има способност раста на земљиштима са повећаним садржајем тешких метала, при чему их након усвајања у највећој мери задржава у корену. Циљ нашег истраживања био је испитивање садржаја појединих елемената у земљишту и биљном материјалу прикупљеним са плантажно гајеног медитеранског смиља.

1. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ / MATERIALS AND METHODS

Узорци земљишта и биљног материјала *H. italicum* прикупљени су средином септембра 2023. године са плантаже смиља засноване 2016. године (Милорадовић, 2018) непосредно дуж пута Лешје-Мириловац у општини Параћин (слика 1). Прикупљени су узорци површинског (0-20 cm дубине) и потповршинског слоја земљишта (30-50 cm дубине) са три парцеле, при чему су прва и друга парцела раздвојене прометним путем и међусобно удаљене више од 50 m, а трећа парцела налази се на више од 100 m удаљености од друге парцеле. Током прикупљања репрезентативних узорака земљишта уклоњени су остаци опалих листова, осушене траве, маховине, као и други животињски и биљни остаци.

За лабораторијске анализе узорци земљишта су осушени на ваздуху, уситњени тучком у керамичком авану и просејани кроз сито са отворима промера 2 mm. Овако припремљен земљишни материјал коришћен је за одређивање основне плодности земљишта: рН вредности, садржаја органског С, укупни N (N_{tot}), приступачни P_2O_5 и K_2O , као и анализа укупног садржаја Cd, Co, Cr, Cu, Mg, Ni, Pb и Zn. Прикупљени биљни материјал, листови и зелене гранчице смиља, опран је детаљно обичном водом, затим испран дестилованом водом, осушен на ваздуху и уситњен млевењем.

Киселост земљишта одређена је у води и 1M KCl, при односу 1:2,5 w/v (ISO 10390/1994). Укупни органски С у земљишту одређен је минерализацијом узорака земљишта кључањем у мешавини дихромата и сумпорне киселине и накнадном титрацијом вишка дихромата раствором Морове соли. N_{tot} у узорцима земљишта и биљака одређен је семи-микро Кјелдаловим методом (ISO 11261:1995)



Слика 1. Смиље на плантажи у околини села Лешје (септембар, 2023)
Figure 1. *Immortelle* on a plantation near Lesje (September, 2023)

Приступачни фосфор (P_2O_5) и калијум (K_2O) у земљишту су анализирани методом по Egner et al. (1960) екстракцијом са AL раствором (смеша 0,1M амонијум лактата и 0,4M сирћетне киселине). Приступачни P_2O_5 је одређен након развијања боје са амонијум хептамолибдатом мерењем на спектрофотометру (580 nm, Shimadzu UV-1900i). Концентрације приступачног K_2O су одређене пламеном емисионом спектрофотометријом на 766,5 nm, на атомском апсорпционом спектрофотометру Shimadzu AA-7000, коришћењем калибрационе криве добијене мерењем стандарда познатих концентрација.

За анализе концентрација метала (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb и Zn) у земљишту и биљном материјалу узорци су подвргнути разарању у концентрованој HNO_3 . Концентрације ових елемената су одређене атомском апсорпционом спектрофотометријом, коришћењем уређаја Shimadzu AA-7000, а њихове вредности апсорбанци су поређене са стандардима.

Резултати приказани у табелама 1-4 представљају аритметичке средине и стандардне девијације резултата добијених од три изведене анализе за сваки проучавани параметар. Коefицијент корелације и статистичка значајност коefицијента корелације одређена је коришћењем програма Microsoft Excel 2023.

2. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА / RESULTS AND DISCUSSION

Земљиште са којег су прикупљени узорци припада типу смоница у процесу огајњачавања.

Смоница припада реду хумусно-акумулативних земљишта која је слабо кисела до благо алкална, при чему рН зависи од садржаја $CaCO_3$ у матичном супстрату и количине падавина током године (Ђорђевић и Радмановић, 2018). Резултати истраживања указују на неутрално до благо киселу реакцију земљишта (рН у KCl) чије се просечне вредности за 3 испитивана узорка крећу у интервалу од 6,27 у потповршинском слоју до 6,44 у површинском слоју земљишта.

На основу садржаја органског угљеника, земљиште се сврстава у групу слабо хумозног земљишта, са нешто нижим садржајем хумуса од уобичајеног за смонице. Према Ђорђевићу и Радмановићу (2018) садржај органског C у смоницама под њивским културама креће се између 3,5 и 5%, док код земљишта под природном вегетацијом износи и 7-8%. Садржај укупног азота у испитиваним узорцима је низак (<0,07%), испод просека за овај тип земљишта, као и садржај лакоприступачних облика фосфора (<8,0 mg/100 g земље). Хемијске анализе указују на добру обезбеђеност калијумом (>20,0 mg/100 g земље) (табела 1).

На концентрације метала у земљишту утичу антропогени и природни процеси, а повећана концентрација у земљишту може бити узрок повећане акумулације у биљним деловима (Andersen et al., 2018). Добијени резултати показују да садржај микроелемената и тешких метала између испитиваних узорка не варира значајно (табела 2).

Табела 1. Основна плодност земљишта под смиљем на 0-20 cm и 30-50 cm дубине
Table 1. Basic soil fertility at depths of 0-20 and 30-50 cm

Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	N _{tot} (%)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	Орг С (%)
0-20 cm						
1	7,58	6,53	0,064	4,05	24,84	1,69
2	7,41	6,59	0,068	7,54	25,63	1,95
3	6,56	6,21	0,062	5,19	29,20	1,45
Просек	7,18	6,44	0,065	5,59	26,56	1,70
СД	0,55	0,20	0,003	1,78	2,32	0,25
30-50 cm						
1	7,33	6,39	0,064	2,96	23,61	1,41
2	7,13	6,28	0,062	1,53	23,61	1,31
3	6,35	6,15	0,062	1,82	24,86	1,22
Просек	6,94	6,27	0,06	2,10	24,03	1,31
СД	0,52	0,12	0,00	0,76	0,72	0,10

Табела 2. Садржај микроелемената и тешких метала (mg kg⁻¹) у земљишту под смиљем
Table 2. Content of trace elements and heavy metals (mg kg⁻¹) in soil under *H. italicum*

Узорак	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
0-20 cm							
1	0,07	40,99	21,15	731,10	50,22	21,09	61,30
2	0,10	41,61	20,96	716,10	64,22	20,23	58,68
3	0,14	38,70	21,67	741,30	65,16	22,34	60,69
Просек	0,10	40,43	21,26	729,50	59,87	21,22	60,22
СД	0,04	1,53	0,37	12,68	8,37	1,06	1,37
30-50 cm							
1	0,07	41,02	20,06	679,70	66,67	18,36	56,93
2	0,05	43,31	20,96	682,20	68,18	18,66	59,15
3	0,08	37,23	20,58	794,90	65,58	20,03	58,56
Просек	0,07	40,52	20,53	718,93	66,80	19,02	58,21
СД	0,02	3,07	0,45	65,80	1,31	0,89	1,15
ГМВ*	0,80	100	36,00	НН**	35,00	85	140

*Гранична максимална вредност (Службени гласник РС, 30/18)

**Није наведено (Службени гласник РС, 30/18)

Концентрације испитиваних елемената (осим никла) у површинском и потповршинском слоју земљишта биле су у границама максималних вредности према Уредби о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту (Службени гласник РС, 30/18). Изузетак је никл, чије концентрације прелазе граничне вредности прописане Уредбом и износе просечно 66,8 mg kg⁻¹ у потповршинском, односно 59,9 mg kg⁻¹ у површинском слоју. Иако прелази дозвољене вредности, садржај никла налази се у оквиру просечних вредности за пољопривредна земљишта, која се крећу и до 1000 mg kg⁻¹ (Стикић и Јовановић, 2015).

На основу добијених резултата, можемо рећи да је садржај најважнијих хранљивих елемената (N, P, K) у надземним органима смиља био веома низак (табела 3). Концентрација азота у биљном

материјалу износила је у просеку 0,49%, што је знатно ниже у односу на уобичајене просечне концентрације азота у биљкама (1-6% према Топаловић, 2021).

Концентрације фосфора у анализираном биљном материјалу износиле су просечно 0,34%, што се налази у оквиру уобичајених концентрација за биљке које износе 0,05-1% (Топаловић, 2021).

Иако је смиље гајено на земљишту које је добро обезбеђено калијумом, у надземним органима акумулиране су релативно ниске концентрације (просечно 0,77%). Стикић и Јовановић (2015) наводе да оптималне концентрације калијума у биљкама износе 2 – 5%, док се уобичајене вредности за биљне врсте према Топаловићу (2021) крећу од 0,3 до 6%.

Табела 3. Концентрације усвојених макрохранива (%), микроелемената и потенцијално токсичних елемената (mg kg^{-1}) у надземним органима *H. italicum*Table 3. The content of the investigated macronutritional (%), microelements and potentially toxic elements (mg kg^{-1}) in the above-ground organs of *H. italicum*

Узорак	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
1	0,56	0,33	0,91	0,57	0,17	14,79	24,89	12,57	<0,10	30,27
2	0,43	0,29	0,80	<0,10	0,21	10,91	17,95	8,13	4,71	25,89
3	0,47	0,41	1,09	0,58	0,20	11,15	98,54	6,56	<0,10	34,01
Просек	0,49	0,34	0,93	0,42	0,19	12,28	47,13	9,09	1,64	30,06
СД	0,07	0,06	0,06	0,27	0,02	2,17	44,66	3,12	2,66	4,06

Бакар (Cu) је неопходан вишим биљкама и алгама, првенствено за процес фотосинтезе. У испитиваним узорцима земљиштима, концентрације бакра налазиле се у оквиру уобичајених концентрација за пољопривредна земљишта ($14\text{--}109 \text{ mg kg}^{-1}$ према Kabata-Pendias, 2011). Акумулиране концентрације бакра у биљном материјалу биле су у оквиру уобичајених вредности за гајене биљке ($2\text{--}20 \text{ mg kg}^{-1}$ према Стикић и Јовановић, 2015). На приступачност бакра велики утицај има рН реакција земљишта, при чему приступачност опада уколико је рН вредност изнад 7, док се повећава испод рН 6.

Хром (Cr) представља есенцијални елемент у људској исхрани, али његов значај у метаболичким и физиолошким процесима у биљкама није доказан. Према Kabata-Pendias (2011) просечан садржај хрома у земљиштима износи 60 mg kg^{-1} , што је нешто више од измерених вредности у нашем земљишту. Садржај хрома у надземним деловима смиља био је $<0,22 \text{ mg kg}^{-1}$. У биљкама, при нормалним условима, садржај хрома налази се испод 1 mg kg^{-1} , а према Thakur et al. (2022) токсичне вредности за већину биљних врста крећу се између 1 и 18 mg kg^{-1} . У нашим узорцима смиља измерене су врло ниске концентрације хрома ($0,20 \text{ mg kg}^{-1}$).

Кадмијум (Cd) не представља неопходан ни користан елемент за биљке, животиње и људе. Насупрот томе, сматра се једним од најтоксичнијих елемената са штетним ефектима на биолошке и метаболичке процесе (Kabata-Pendias, 2011). Концентрације кадмијума у испитиваним узорцима биле су знатно мање од максимално дозвољених вредности за пољопривредна земљишта, али и знатно мање од светског просека који износи $0,41 \text{ mg kg}^{-1}$ према Kabata-Pendias (2011). Иако нема значаја за физиолошке процесе, биљке усвајају Cd и акумулирају у својим подземним и надземним органима. Просечна концентрација кадмијума у надземним деловима смиља износила је $0,42 \text{ mg kg}^{-1}$, што се налази у оквиру уобичајених вредности за биљне

врсте ($0,08\text{--}0,46 \text{ mg kg}^{-1}$ према Kabata-Pendias, 2011).

Манган (Mn) је есенцијални елемент, неопходан за одвијање процеса фотосинтезе у биљкама. Због тога се у листовима углавном акумулира у већим концентрацијама у односу на друге делове биљке. Недостатак мангана манифестује се прво на младим листовима у виду хлорозе (Kabata-Pendias, 2011). Садржај Mn у земљишту под смиљем налазио се изнад уобичајених вредности које износе $400\text{--}500 \text{ mg kg}^{-1}$. Резултати указују на значајно варирање акумулираних концентрација мангана у биљном материјалу од $18,0$ до $98,5 \text{ mg kg}^{-1}$ (табела 3), иако је концентрација у земљишту била релативно уједначена, од 679 до 794 mg kg^{-1} (табела 2). Према подацима из табеле 4 закључујемо да је садржај мангана у биљном материјалу био условљен његовим садржајем у земљишту ($r=0,849$), који је такође корелирао и са садржајем органског угљеника ($r=0,892$) и олова ($r=0,943$) у земљишту.

Никл (Ni) је једини елемент који у испитиваним узорцима земљишта прелази максимално дозвољене концентрације прописане Уредбом о загађујућим, штетним и опасним материјама (Службени гласник РС, 30/18). Према Kabata-Pendias (2011) измерене концентрације премашују и просечне концентрације за пољопривредна земљишта, које износе $13\text{--}37 \text{ mg kg}^{-1}$, мада постоје и земљишта са преко 1000 mg kg^{-1} Ni. Повишене концентрације Ni у земљишту под смиљем вероватно су геохемијског порекла, тј потичу од матичне стене на којој је образовано земљиште. Шире подручје се одликује природно повишеним концентрацијама Ni у земљишту (Mrvić et al., 2011аb; Stajković-Srbinić et al., 2017). Иако су измерене повећане концентрације у земљишту, биљке нису акумулирале значајније концентрације никла. Концентрација никла у биљном материјалу налазила се у оквиру просечних вредности за биљке ($1\text{--}10 \text{ mg kg}^{-1}$), уз примећен нешто већи садржај у узорку смиља на локацији 1 ($12,6 \text{ mg kg}^{-1}$ Ni). Интересантно је да концентрације Ni у смиљу негативно корелирају

са концентрацијама у Ni у земљишту ($r=-0,980$, табела 4).

Концентрација олова у земљишту била је далеко испод граничних вредности, при чему је нешто виши садржај измерен у површинском, у односу на потповршински слој. Биљке су акумулирале мале количине олова, испод $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ са изузетком смиља на локацији 2, код којег је измерена значајно већа концентрација, од $4,71 \text{ mg kg}^{-1}$, чиме је прекорачена максимално дозвољена количина олова у храни која износи $0,30$

mg kg^{-1} (Official Journal of the European Union, 2023/915). Обзиром на то да су сва три узорка *H. italicum* одгајана на земљиштима са прилично уједначеним концентрацијама олова, а да се локација 2 налази у непосредној близини релативно прометног пута, претпостављамо да повишена концентрација Pb у биљном материјалу не води порекло из земљишта, већ од таложења из атмосфере. Према подацима у табели 4 садржај Pb у биљкама корелира са садржајем органског угљеника, азота и приступачних облика фосфора у земљишту.

Табела 4. Корелациони односи између хемијских особина земљишта и садржаја анализираних елемената у *H. italicum*

Table 4. Correlation between soil chemical properties and the content of elements in above-ground organs of *H. italicum*

Биљ. Зем.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
pH-H ₂ O	0.366	-0.883^B	-0.857^B	-0.376	-0.478	0.585	-0.972^A	0.804^B	0.359	-0.748
pH-KCl	0.071	-0.983^A	-0.972^A	-0.636	-0.193	0.316	-0.998^A	0.590	0.622	-0.912^A
C	0.762^B	-0.977^A	-0.987^A	-0.886^B	0.204	-0.078	0.892^B	0.229	0.877^B	-0.999^A
N-tot	-0,071	-0.929^A	-0.947^A	-0.950^A	0.364	-0.243	-0.805^B	0.064	0.945^A	-0.990^A
P ₂ O ₅	0.915^A	-0.506	-0.550	-0.941^A	0.858^B	-0.786^B	-0.272	0.560	0.947^A	-0.694
K ₂ O	-0.380	0.875^B	0.849^B	0.363	0.490	-0.597	0.969^A	0.813^B	-0.345	0.739
Cd	-0.613	0.715	0.678	0.100	0.705	-0.789^B	0.868^B	-0.939^A	-0.082	0.532
Cr	0.015	-0.992^A	-0.984^A	-0.678	-0.138	0.262	-0.992^A	0.543	0.665	-0.934^A
Cu	0,043	0.997^A	0.992^A	0.720	0.080	-0,205	0.983^A	-0.494	-0.707	0.953^A
Mn	0.403	0.955^A	0.969^A	0.923^A	-0.287	0.164	0.849^B	-0.145	-0.915^A	0.998^A
Ni	-0.935^A	0.244	0.193	-0.434	0.972^A	-0.993^A	0.481	-0.980^A	0.451	0.011
Pb	0.197	0.996^A	0.999^A	0.819^B	-0.076	0.051	0.943^A	-0.353	-0.808^B	0.989^A
Zn	0.869^B	0.591	0.632	0.971^A	-0.802^B	0.720	0.368	0.474	-0.975^A	0.763^B

Цинк (Zn) је неопходан елемент за биљке, животиње и људе у малим количинама, док његове повишене концентрације могу имати токсичне ефекте. Садржај цинка у испитиваним узорцима земљишта, као и биљног материјала налазио се у опсегу оптималних вредности ($60-89 \text{ mg kg}^{-1}$ према Kabata-Pendias, 2011). Садржај Zn у биљкама показао је врло јаку корелацију са садржајем Cu, Mn и Pb, као и јаку корелацију са садржајем Zn у земљишту (табела 4).

ЗАКЉУЧАК / CONCLUSION

Земљиште на ком се смиље плантажно гаји од 2016. године на подручју села Лешје код Праћина припада слабо хумозном земљишту, са неутралном pH реакцијом, ниским садржајем укупног азота и лакоприступачних облика фосфора, а добро обезбеђена приступачним облицима калијума.

Садржај испитиваних потенцијално токсичних елемената Cd, Co, Cr, Cu, Mg, Ni, Pb и Zn у земљишту под смиљем био је испод максимално дозвољених концентрација за пољопривредна земљишта.

Концентрације потенцијално токсичних елемената у надземним органима смиља биле су у оквиру уобичајених за пољопривредне гајене усева. Установљене су бројне високозначајне корелације између садржаја појединих елемената у смиљу са концентрацијама у земљишту.

Захвалница / Acknowledgements

Овај рад је финансиран од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, Уговори бр. 451-03-66/2024-01/200019 и 451-03-65/2024-01/200116.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- [1] Andersen, E., Peiter, E., Küpper, H. (2018). Trace metal metabolism in plants, *Journal of Experimental Botany*, 69(5), 909-954.
- [2] Brunetti, G., Ruta, C., Traversa, A., D'Ambruso, G., Tarraf, W., De Mastro, F., De Mastro, G., Coccozza, C. (2018). Remediation of a heavy metals contaminated soil using mycorrhized and non-mycorrhized *Helichrysum italicum* (Roth) Don., *Land Degradation & Development*, 29(1), 91-104.
- [3] Egner, H., Riehm, H., Domingo, W. R. (1960). Chemische extraktionsmethoden zur phosphor und kaliumbestimmung, und untersuchungen über die chemische bodenanalyse als grundlage für die beurteilung des nährstoffzustandes der böden. *Kungliga Lantbrukshögskolans annaler*, 26, 199-215.
- [4] Kabata-Pendias, A. (2011). *Trace elements in soils and plants*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- [5] Koosalese-Mswela, P., Przybyłowicz, W.J., Cloete, K.J., Barnabas, A.D., Torto, N., Mesjasz-Przybyłowicz, J. (2015). Quantitative mapping of elemental distribution in leaves of the metallophytes *Helichrysum candolleianum*, *Blepharis aspera*, and *Blepharis diversispina* from Selkirk Cu-Ni mine, Botswana, *Nuclear Instrument and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 363(15), 188-193.
- [6] Melito, S., Petretto, G.L., Podani, J., Foddai, M., Maldini, M., Chessa, M., Pintore, G. (2016). Altitude and climate influence *Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum* essential oils composition, *Industrial Crops and Products*, 80, 242-250.
- [7] Mrvić, V., Dinić, Z., Sikirić, B., Maksimović, S., Koković, N. (2011). Content of Ni, Cr and So in soil of Eastern Serbia on different substrate, *Zemljište i biljka*, 60(3), 147-154.
- [8] Mrvić, V., Kostić-Kravljanac, Lj., Zdravković, M., Koković, N., Perović, V., Čakmak, D., Nikoloski, M. (2011). Methods for assessment of background limit of Ni and Cr in soils of Eastern Serbia, *Ratarstvo i povrtarstvo*, 48(1), 189-194.
- [9] Ninčević, T., Grdiša, M., Šatović, Z., Jug-Dujaković, M. (2019). *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don: Taxonomy, biological activity, biochemical and genetic diversity, *Industrial Crops and Products*, 138, 111487.
- [10] Official Journal of the European Union. Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006.
- [11] Stajković-Srbinić, O., Delić, D., Rasulić, N., Kuzmanović, Đ., Houšková, B., Sikirić, B., Mrvić, V. (2017). Microorganisms in soils with high nickel and chromium concentrations in Western Serbia, *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(4), 1663-1671.
- [12] Thakur, M., Praveen, S., Divte, P. R., Mitra, R., Kumar, M., Gupta, C. K., Kalidindi, U., Bansal, R., Roy, S., Anand, A., Singh, B. (2022). Metal tolerance in plants: Molecular and physicochemical interface determines the "not so heavy effect" of heavy metals, *Chemosphere*, 287 (1), 131957.
- [13] Vural, A. (2018). Relationship between the geological environment and element accumulation capacity of *Helichrysum arenarium*. *Arabian Journal of Geosciences*. 11(11), 258.
- [14] Ђорђевић, А., Радмановић, С. (2018). *Педологија*, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- [15] Милорадовић, З. (2018). Утицај агроеколошких услова Јужног Баната и Поморавља на морфолошке особине, принос и квалитет цветова приморског смиља (*Helichrysum italicum* (Roth) g. Don), Универзитет Едуконс, Факултет еколошке пољопривреде, Сремска Каменица.
- [16] Службени гласник Републике Србије (30/2018). Уредба о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту.
- [17] Стикић, Р., Јовановић, З. (2015). *Физиологија биљака*, Научна књига КМД, Београд.
- [18] Топаловић, А. (2021). *Практикум из агрохемије - Методе хемијске анализе и обрада података*, Универзитет Црне Горе, Подгорица.

Одрживо финансирање заштићених подручја на примеру ЈП „Србијашуме“: могућности и изазови

Sustainable funding of protected areas on the example of SE “Srbijašume”: opportunities & challenges

Владимир Васић^{1*}, Братислав Кисин², Гордана Јанчић³, Звонимир Баковић⁴ /
Vladimir Vasić^{1*}, Bratislav Kisin², Gordana Jančić³, Zvonimir Baković⁴

^{1,2,3,4}ЈП „Србијашуме“, Булевар Михаила Пупина 113, Нови Београд, Србија /
SE “Srbijasume“, М. Pupin Boulevard 113, New Belgrade, Serbia

*Аутор за преписку / Corresponding author

Рад примљен / Received: 26.06.2024, Рад прихваћен / Accepted: 20.08.2024.

Сажетак: Циљ рада је да се изврши анализа одрживог финансирања заштићених подручја која су поверена на управљање Јавном предузећу за газдовање шумама „Србијашуме“ Београд, идентификују проблеми и дају предлози за стабилно финансирање заштићених подручја што је предуслов за ефикасно, односно одрживо управљање заштићеним подручјима. Према Закону о заштити природе (2009), финансирање заштићених подручја се обезбеђује из средстава буџета Републике Србије, аутономне покрајине, односно јединице локалне самоуправе; накнада за коришћење заштићеног подручја; прихода остварених у обављању делатности и управљања заштићеним подручјем; средстава обезбеђених за реализацију програма, планова и пројеката у области заштите природе; донација, поклона и помоћи и других извора. Финансирање заштићених подручја врши се сваке године, према Уредби о распореду и коришћењу средстава за субвенционисање заштићених подручја од националног значаја и захтеву за доделу средстава субвенција која управљачи подносе надлежном Министарству заштите животне средине. Министарство заштите животне средине разматра поднете захтеве за субвенције и сагласно средствима Буџета РС и дефинисаним критеријумима за доделу средстава субвенција, са Управљачима склапа уговоре о суфинансирању реализације програма управљања заштићеним подручјима. Потребна финансијска средства за ефикасно управљање заштићеним подручјима Управљач планира десетогодишњим планским документом, односно планом управљања заштићеним подручјем који се оперативно спроводи годишњим програмом управљања. Јавно предузеће „Србијашуме“ управља са 38 заштићених подручја од националног значаја на површини 365.336,81 ha која се суфинансирају средствима Буџета Републике Србије и са 19 заштићених подручја од локалног значаја на површини 5.287,33 ha која се суфинансирају средствима буџета јединица локалних самоуправа (стање 2023. године).

Кључне речи: заштићено подручје, одрживо управљање, финансирање, планови управљања.

Abstract: The aim of this paper is to perform an analysis of sustainable funding of protected areas entrusted to the management of the State Enterprise for Forest Management “Srbijašume” Belgrade, identify problems at the operational and strategic levels, and make proposals for stable funding of protected areas, which is a prerequisite for efficient, i.e. sustainable management of protected areas. According to the Law on Nature Protection (2009), funding of protected areas is provided from the Budget of the Republic of Serbia, autonomous province, i.e. local self-government unit; the fee for using the protected area; revenues generated in the performance of activities and management of the protected area; funds provided for the implementation of programs, plans and projects in the field of nature protection; donations, gifts/grants and aid and other sources. The funding of protected areas is carried out every year, acc. to the Regulation on the allocation and use of funds for subsidizing protected areas of national importance and the Request for allocation of subsidies, submitted by the Managers to the competent Ministry of Environmental Protection. The above Ministry considers the requests submitted for subsidies and, in accordance with the RS Budget funds and the criteria defined for the allocation of subsidy funds, concludes contracts with the Managers on co-financing aimed at implementing the protected area management programs. The necessary financial resources for efficient management of protected areas are anticipated by the Manager(s) and their ten-year planning document, i.e. a protected area management plan, which is operationally

implemented through an annual management program. SE "Srbijašume" manages 38 protected areas of national importance on a surface area of 365,336.81 ha, which are co-financed with funds from the RS Budget, and 19 protected areas of local significance, on a surface area of 5,287.33 ha, which are co-financed with funds from the budget of local self-government units (as of December 31st, 2023).

Keywords: protected area, sustainable management, funding, management plans, environmental protection.

¹*orcid.org/0000-0002-0637-2599, e-mail: vladimir.vasic@srbijasume.rs*

²*orcid.org/0000-0002-5300-6030, e-mail: bratislav.kisin@srbijasume.rs*

³*orcid.org/0000-0003-1934-8261, e-mail: gordana.jancic@srbijasume.rs*

⁴*orcid.org/0000-0002-4287-2355, e-mail: zvonimir.bakovic@srbijasume.rs*

УВОД / INTRODUCTION

У 21. веку, у ери све већег притиска на природне ресурсе, посебну важност има потреба и обавеза да се њима газдује на трајно одржив начин. С тим у вези, Баковић (2013) наводи да је одрживо управљање природним вредностима, очување природне равнотеже, разноврсности и повећање квалитета животне средине императив савременог друштва.

Такође, поред претходно изнетог, притисак на природно окружење истиче и потребу интегралног и интегрисаног планског приступа различитих субјеката који деле заједнички простор, а што наводи и Васић (2018).

Уважавајући то да еколошки проблеми, у својој суштини носе антрополошки карактер, будући да их је створио човек, а не природа (Пурић, 2013), њихово решење се само намеће. Као најбољи и трајан начин за решавање појединих проблема у управљању природним ресурсима и природним окружењем, па и еколошких, истиче се одрживо газдовање, уз адаптиван, интегралан и интегрисан плански приступ.

Темељну вредност заштићених подручја (ЗП) којима управља ЈП „Србијашуме“ чине шумски екосистеми (Vasić, Jančić, 2023). Претходно истичу и Шљукић и сарадници (2023), који још наводе да је ЈП „Србијашуме“ стратешки опредељено да буде управљач ЗП чију темељну вредност чине шуме и шумски екосистеми. Према истом извору, као водеће предузеће у управљању ЗП, у циљу одржавања таквог статуса, ЈП „Србијашуме“ константно ради на унапређењу процеса управљања, у организационом и кадровском смислу. Такође, у циљу ефикасније заштите и управљања постојећим ЗП посебну пажњу, у будућности, треба посветити већем укључивању локалних заједница и других заинтересованих страна у реализацију програма управљања ЗП (Шљукић et al, 2023).

Анализирајући однос појединих праваца у заштити природе и шумарства, Марковић и Орловић (2002) наводе да се синхронизовање развоја бројних и различитих функција при газдовању шумама мора заснивати на научним аргументима, као резултатима дугорочних истраживања мултидисциплинарних тимова научних радника из различитих области шумарских и биолошких наука.

У циљу трајно одрживог управљања заштићеним подручјима, па и простором уопште, као и интегралног и интегрисаног планског приступа, уз уважавање многобројних функција шума и простора који се штити, неопходно је обезбедити одрживо финансирање заштићених подручја, а у циљу потпуног извршавања неопходних и предвиђених планских активности. Претходно изнето истичу и Васић и Јанчић (2023), који још наводе да је за одрживо управљање ЗП потребно обезбедити сталан и довољан систем финансирања.

Према истом извору, одрживо финансирање заштићених подручја има за циљ да покрије трошкове ефективног и ефикасног управљања заштићеним подручјима.

Према Закону о заштити природе („Службени гласник РС“, број 36/2009, 88/2010, 91/2010-испр., 14/2016, 95/2018-др.закон и 71/2021), финансирање заштићеног подручја се обезбеђује из више извора финансирања (средстава буџета Републике Србије, аутономне покрајине, односно јединице локалне самоуправе; накнада за коришћење заштићеног подручја; прихода остварених у обављању делатности и управљања заштићеним подручјем; средстава обезбеђених за реализацију програма, планова и пројеката у области заштите природе; донација, поклона и помоћи и других извора).

Без редовног улагања, односно без редовног извора прихода немогуће је активно управљати заштићеним подручјима, а није могуће ни остварити циљеве заштите (Пузовић, 2008). У

главне разлоге за неостваривање дефинисаних циљева заштите, Алексић и Јанчић (2010) убрајају финансије.

Уважавајући све напред изнето, циљ овог рада је да се изврши анализа одрживог финансирања заштићених подручја која су поверена на управљање Јавном предузећу за газдовање шумама „Србијашуме“, идентификују проблеми и дају предлози за стабилно финансирање заштићених подручја што је предуслов за ефикасно, односно одрживо управљање заштићеним подручјима.

1. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ / MATERIALS AND METHODS

У раду је извршена анализа реализације програма управљања заштићеним подручјима од националног значаја којима управља ЈП „Србијашуме“, односно реализација финансијских планова по заштићеним подручјима у периоду 2014-2023. године.

За истраживање су коришћени Извештаји о остваривању годишњих програма управљања заштићеним подручјима који су усвојени од стране Министарства заштите животне средине, као и Извештаји о реализацији Уговора о суфинансирању реализације програма управљања заштићеним подручјима који су закључивани са Министарством заштите животне средине, сваке године.

Након анализе и обраде података, на основу истраживања, изведени су закључци. Закључци су изведени уз примену индуктивно-дедуктивних метода закључивања и метода закључивања по аналогiji.

2. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА / RESULTS AND DISCUSSION

Управљање заштићеним подручјем спроводи се на основу акта о проглашењу заштићеног подручја и плана управљања који се ради за период од 10 година.

Планом управљања се планирају: мере и активности заштите, очувања, унапређења и коришћења заштићеног подручја; смернице и приоритети за заштиту и очување природних вредности заштићеног подручја; развојне смернице, уз уважавање потреба локалног становништва.

Установљење режима заштите на заштићеном подручју не треба да представља ограничење одрживом развоју и газдовању шумама (Шљукић et al, 2023). Насупрот, коришћење заштићеног подручја може да донесе финансијку

добит и непроцењиве еколошке користи, како за управљача, тако и за локално становништво (Aleksić, Jančić, 2006).

План управљања се остварује кроз Годишње програме управљања, којима се детаљно и прецизно дефинишу задаци, радови и активности, организациони и материјално-финансијски услови њиховог извршења.

План и програм управљања заштићеним подручјем се израђује у складу са условима заштите природе које издаје Министарство заштите животне средине (за заштићена подручја од националног и регионалног значаја), односно Завод за заштиту природе (за заштићена подручја од локалног значаја).

На план, односно програм управљања заштићеним подручјем сагласност даје Министарство заштите животне средине и орган јединице локалне самоуправе, односно орган који је донео акт о проглашењу заштићеног подручја.

У оквиру годишњег програма управљања заштићеним подручјем ради се и финансијски план у коме се приказују приходи по изворима, односно планирани приходи из извора средстава Буџета Републике Србије, средстава од накнада за коришћење заштићеног подручја и средства од обављања делатности управљача. Такође, у финансијском плану се приказују расходи, односно трошкови за сваки вид рада по изворима средстава.

Од 2009. године, када је донет Закон о заштити природе, финансирање заштићених подручја од националног интереса се врши сваке године, према Уредби о распореду и коришћењу средстава за субвенционисање заштићених природних добара од националног интереса и захтеву за доделу средстава субвенција, ког управљачи подносе Министарству заштите животне средине. Министарство разматра поднете захтеве за субвенције и сагласно средствима Буџета Републике Србије и дефинисаним критеријумима за доделу средстава субвенција, са управљачима склапа уговоре о суфинансирању реализације програма управљања заштићеним подручјима.

Средства буџета се користе за финансирање радова и других трошкова на: чувању, одржавању и презентацији заштићених подручја (успостављање, опремање и обука чуварских служби, обележавање, одржавање унутрашњег реда, медијско и друго јавно приказивање вредности, санација деградираних површина, управљање отпадом, развој информационог система и др.); управљању посетиоцима (изградња улазних станица, едукативних центара,

центра за посетиоце, штампање материјала намењеног посетиоцима и др.); регулисању имовинско-правних односа (откуп или замена земљишта, накнада власницима и корисницима непокретности за ускраћивање и ограничавање права коришћења, нанету штету или друге трошкове које имају у вези заштите); праћењу и унапређењу стања заштићеног подручја (мониторинг, реинтродукција, рекултивација и др.); уређењу простора и одрживом коришћењу природних ресурса (програми, планови и пројекти развоја екотуризма, органске пољопривреде и друго).

Законом о накнадама за коришћење јавних добара („Службени гласник РС“ број 95/2018, 49/2019, 86/2019, 156/2020, 15/2021, 15/2023, 92/2023 и 120/2023), јединствено су уређене накнаде за коришћење јавних добара, односно обвезник плаћања, основица, висина, начин утврђивања и плаћања накнаде, као и припадност прихода од накнада.

Накнада за коришћење заштићеног подручја плаћа се за: обављање делатности у заштићеном подручју (делатност путничких агенција, туроператора, услуге резервације и пратеће активности; делатности ресторана и покретних угоститељских објеката; делатност трговине, занатских услуга; рударства, енергетике, саобраћаја и др.); постављање викендица и других некомерцијалних објеката за одмор у заштићеном подручју; употребу возила на моторни погон на заштићеном подручју; одржавање туристичких, рекреативних, спортских и других манифестација и активности; коришћење имена и знака заштићеног подручја; посету заштићеном подручју, његовим деловима и објектима; за заузеће простора за објекте који својим изгледом нарушавају својства заштићеног подручја, а који су у власништву правног лица, предузетника или физичког лица.

Обвезник накнаде за коришћење заштићеног подручја је корисник заштићеног подручја, односно лице које обавља послове или располаже непокретностима и другим стварима на заштићеном подручју, посећује заштићено подручје ради одмора, спорта, рекреације и сличних потреба и на други начин користи заштићено подручје.

Највиши износи накнада за коришћење заштићеног подручја по предметима накнаде прописани су законом. Висину накнаде за коришћење заштићеног подручја својим актом утврђује управљач заштићеног подручја за предмете утврђивања накнаде које наплаћује на подручју којим управља, највише до износа који

је прописан Законом о накнадама за коришћење јавних добара.

Управљач доноси акт, односно Одлуку о накнадама за коришћење заштићеног подручја, коју објављује у „Службеном гласнику Републике Србије“.

Када су у питању накнаде за коришћење заштићених подручја, добра страна је то што су приходи од накнада приходи управљача и исти се користе наменски за управљање заштићеним подручјима. Утврђивање накнаде за коришћење заштићеног подручја врши управљач заштићеног подручја решењем за календарску годину, односно управљач води управни поступак по службеној дужности и обвезници накнада имају право жалбе на решење које је првостепено. Такође, жалба на решење одлаже његово извршење (Vasić, Jančić, 2023). Такође, Закон о накнадама за коришћење јавних добара, у делу који се односи на накнаде за коришћење заштићених подручја (измене из 2023. године), предвиђа и могућност ослобађање од плаћања накнада, односно остваривање права на олакшице.

Обвезници накнаде чије активности су утврђене програмом управљања заштићеним подручјем и који непосредно доприносе унапређењу стања, презентацији и промоцији вредности заштићеног подручја могу да остваре право на олакшицу само за те активности, на основу поднетог захтева и под условом да испуњавају прописане критеријуме. У том смислу Министар заштите животне средине је донео Правилник о критеријумима за остваривање права на олакшицу и ближи поступак остваривања права на олакшицу плаћања накнаде за коришћење заштићеног подручја („Службени гласник РС“ број 10/2024 и 16/2024).

За потпуну примену Закона о накнадама за коришћење јавних добара Управљач мора да има стручне и обучене кадрове, правне, шумарске и економске струке.

У циљу унапређења система управљања заштићеним подручјима и система финансирања, потребно је унапредити коришћење домаћих и међународних извора финансирања, као и наплату накнада за коришћење заштићених подручја (Vasić, Jančić, 2023).

На сличан начин је законски претпостављено финансирање заштићених подручја у неким од земаља из региона. Наиме, према Закону о заштити природе ("Službeni list CG", broj 54/2016, 18/2019), у заштићеним подручјима Црне Горе, накнаду за коришћење заштићеног подручја и подручја еколошке мреже плаћају корисници, односно правно или физичко лице плаћа накнаду

управљачу заштићеног подручја или подручја еколошке мреже и то за: улазак у заштићено подручје; пружање услуга посетиоцима (коришћење водича, разгледање природњачке збирке, паркирање и информативно-едукативног материјала); угоститељске, продајне, смештајне и инфраструктурне објекте (ресторане, бунгалове, привремене објекте, рекламе, трафостанице, коришћење земљишта за одржавање спортских и других манифестација); изнајмљивање и/или коришћење објеката и просторија управљача; коришћење знака заштићеног подручја; организовано посматрање птица; снимање играних и комерцијалних филмова, спотова и реклама; коришћење минералних сировина; изнајмљивање средстава и опреме за спорт и рекреацију (чамаца, бродова, кајака и бицикала); сакупљање, брање и откуп шумских плодова; спортски и привредни риболов; камповање; сплаварење и рафтинг; ложење ватре на посебно уређеним мјестима; друге радње, активности и делатности у складу са законом. Висину, начин обрачуна и плаћања накнаде утврђује управљач заштићеног подручја односно подручја еколошке мреже, уз претходну сагласност Владе. Управљач је дужан да средства од накнада користи за заштиту, развој и унапређивање заштићеног подручја односно подручја еколошке мреже.

Сличан начин наплате накнада је и у Републици Хрватској. Према Закону о заштити природе ("Narodne novine", број 80/2013, 15/2018, 14/2019, 127/2019, 155/2023), заштићеним подручјима управљају јавне установе које се финансирају из средстава Буџета Републике, жупаније, општине; средстава накнада за коришћење заштићеног подручја; средстава донација, помоћи и сл. У Хрватској постоје: Јавне установе националних паркова; Јавне установе паркова природе; јавне установе за управљање заштићеним природним вредностима жупанија и јавне установе за управљање заштићеним природним вредностима градова и општина.

Управљање заштићеним подручјима у ЈП „Србијашуме“ је организовано сагласно организацији предузећа, тако да послове непосредног управљања заштићеним подручјима на терену спроводи Шумско газдинство, односно Шумска газдинства у зависности од величине заштићеног подручја и Радне јединице које су формиране за управљање Парковима природе „Голија“, „Стара планина“, „Златибор“ и „Радан“.

Накнаде за коришћење заштићених подручја наплаћују се код заштићених подручја која имају на свом подручју различите кориснике, као и посетиоце.

За заштићена подручја као што су строги резервати природе, споменици природе (појединачна стабла), односно за заштићена подручја на којима су дефинисани режими строге заштите и на којима није дозвољено коришћење природних ресурса, не врши се наплата накнада.

У периоду 2014-2023. године, за 37 заштићених подручја од националног значаја, анализирана је реализација финансијског плана по заштићеним подручјима (Табела 1).

Непосредни управљачи заштићених подручја, на терену, су Шумска газдинства која су наведена поред заштићених подручја. За нека заштићена подручја територијално су надлежна 2 или 3 Шумска газдинства.

Заштићено подручје Предео изузетних одлика „Планина Цер“ проглашено је у јуну 2023. године тако да није обухваћено анализом, јер у суфинансирању реализације планираних радова у заштићеном подручју није учествовало Министарство заштите животне средине са буџетским средствима.

Остварење финансијског плана за 37 заштићених подручја, у периоду 2014-2023. године је 96,24%. Остварење планираних буџетских средстава је 75,20% у односу на планирано учешће средстава буџета, а средстава накнаде 99,13% од плана наплате накнада.

Управљач је за недостајућа средства по годинама и заштићеним подручјима био принуђен да користи сопствена средства и остварење је 120,90% у односу на финансисјки план.

Код планираних средстава Буџета Републике Србије и уговорених средстава Буџета, примећује се из године у годину благи раст износа средстава. Такође, примећује се и повећање ових средстава у односу на средства која је планирао Управљач. У 2014. за 12 заштићених подручја Управљач је уговорио са Министарством заштите животне средине 56,04% од планираног, а у 2023. години за 37 заштићених подручја 92,69%. Из године у годину повећавао се број и површина заштићених подручја, али проценат повећања апсолутног износа буџетских средстава није пратио повећање површине заштићених подручја.

Поред средстава буџета у финансирању управљања заштићеним подручјем учествују и средства накнада, као и сопствена средства управљача.

Када је реч о средствима остварених из накнада за коришћење заштићених подручја, треба нагласити да је у 2014, 2015. и 2016. години вршена наплата накнада за само 2 заштићена подручја (Парк Природе (ПП) „Голија“

и ПП „Стара планина“). У наредним годинама се повећавао број заштићених подручја у којима је вршена наплата накнада, да би 2019. године био забележен највећи наплаћени износи накнада за 12 заштићених подручја, док после те године долази до појаве променљивости у наплати накнада.

Разлог за променљивост у износивама наплаћених накнада је примена Закона о накнадама за коришћење јавних добара, односно могућност да се обвезници накнаде жале другостепеном органу на Решење о накнадама које му је упућено од

стране ЈП „Србијашуме“ као Управљача. Када обвезник накнаде изјави Жалбу на решење, она одлаже његово извршење. Такође, услед недостатка капацитета у другостепеном органу, односно Министарству заштите животне средине, жалбе на првостепена решења о наплати накнада се споро и дуготрајно решавају тако да до коначности поступка прође и више година, што у највећој мери узрокује мањак наплаћених средстава накнада. Такође, поред жалби увођење олакшица може бити разлог да немамо више стабилан и сталан извор за финансирање заштићених подручја.

Табела 1 - Преглед реализације програма управљања заштићеним подручјима од националног значаја којима управља ЈП „Србијашуме“ за период 2014-2023. године

Table 1 - Overview of the realization of the program of management of protected areas of national importance managed by SE "Srbijašume" for the period 2014-2023. years

Редни број	Заштићено подручје /Шумско газдинство	Година проглашења	Површина (ha)	2014-2023							
				Укупно	Реализовано укупно	Буџет	Уговорен Буџет	Накнаде	Реализоване накнаде	Планирана средства Управљача	Средства Управљача
1.	Парк природе „Голџија“ (Ивањица, Краљево, Рашка)	2001	75.183	701.511.537	717.333.202	170.767.531	121.225.031	383.036.585	418.496.913	147.707.422	177.611.258
2.	Парк природе „Стара планина“ (Бољевац, Пирот)	2009	114.332	545.696.718	530.768.923	163.604.417	110.024.771	306.303.187	353.000.571	75.789.114	67.743.581
3.	Парк природе „Златибор“ (Ужице, Пријепоље)	2017	41.923	389.691.199	442.031.947	51.762.249	41.550.000	320.901.596	395.692.447	17.027.354	4.789.500
4.	Парк природе „Радан“ (Курушумлија, Лесковац)	2017	41.313	556.228.350	386.123.544	44.472.627	34.170.000	492.762.757	278.871.262	18.992.966	73.082.282
5.	Парк природе „Сивењачка клисура“ (Ниш)	1997	7.746	137.780.138	148.302.533	16.006.063	13.808.274	117.960.449	130.495.264	3.813.626	3.998.984
6.	Предео изузетних одлика „Лептерија-Сокоград“ (Ниш)	2002	345	26.862.927	27.799.005	20.555.626	19.248.878	2.121.711	2.228.565	4.185.590	6.321.563
7.	Предео изузетних одлика „Камена Гора“ (Пријепоље)	2014	7.762	40.963.732	44.259.836	20.188.494	16.135.336	13.413.666	21.003.701	7.361.573	7.120.799
8.	Предео изузетних одлика „Озрен-Јадовник“ (Пријепоље)	2014	10.284	65.531.310	68.553.108	24.338.394	20.927.442	28.775.431	30.642.139	12.417.485	16.983.527
9.	Предео изузетних одлика „Маљен“ (Лозница, Ужице, Крагујевац)	2021	10.105	26.055.442	29.142.885	10.489.609	9.480.000	10.145.410	18.882.885	5.420.423	780.000
10.	Специјални резерват природе „Сува планина“ (Ниш)	2015	18.117	51.914.095	51.204.340	29.538.272	19.780.029	18.211.658	25.556.802	4.164.165	5.867.509
11.	Специјални резерват природе „Јелашничка клисура“ (Ниш)	1995	116	14.466.602	15.387.377	7.142.186	6.231.780	5.040.347	6.573.519	2.284.070	2.582.079
12.	Специјални резерват природе „Палевине“ (Ивањица)	2011	8	6.372.551	6.372.551	2.918.490	2.642.608	0	0	3.454.061	3.729.943
13.	Специјални резерват природе „Јерма“ (Пирот)	2014	6.994	75.439.066	67.100.910	33.965.103	22.352.640	14.647.648	16.772.111	26.826.315	27.976.159
14.	Специјални резерват природе „Клужа реке Милешевке“ (Пријепоље)	2014	1.244	21.344.749	21.299.749	13.859.750	10.257.587	0	0	7.484.999	11.042.162
15.	Специјални резерват природе „Мала јасенова глава“ (Бољевац)	2014	6	7.570.059	7.493.059	4.620.685	3.884.560	0	0	2.949.374	3.608.499
16.	Специјални резерват природе „Ртањ“ (Ниш, Бољевац)	2019	4.997	20.815.004	20.282.684	13.834.980	11.390.000	0	0	6.980.024	8.892.684
17.	Споменик природе „Лазарев кањон“ (Бољевац)	2000	1.755	21.581.869	20.991.209	11.432.233	9.275.164	2.528.320	2.729.841	7.621.317	8.986.204
18.	Споменик природе „Долина потока Битар“ (Бољевац)	2015	28	9.090.404	8.755.404	5.750.416	4.238.630	0	0	3.339.988	4.516.774
19.	Споменик природе „Прерасти у кањону Вратне“ (Бољевац)	2014	145	10.663.267	10.604.167	7.371.140	5.837.238	0	0	3.292.127	4.766.929
20.	Споменик природе „Промуклица“ (Рашка)	2014	7	5.006.968	5.006.968	3.138.150	2.827.620	0	0	1.868.818	2.179.348
21.	Споменик природе „Клокочевац“ (Ужице)	2000	1	3.395.749	3.395.749	1.900.743	1.797.574	0	0	1.495.006	1.598.175
22.	Споменик природе „Пећински систем Самар“ (Ниш)	2018	57	3.942.174	3.942.174	2.628.600	2.364.000	0	0	1.313.574	1.578.174
23.	Споменик природе „Тупијничка леденица“ (Бољевац)	2018	1	4.603.680	4.603.680	2.891.400	2.505.000	0	0	1.712.280	2.098.680
24.	Споменик природе „Борачки крш“ (Крагујевац)	2019	68	3.417.000	3.417.000	1.943.000	1.873.000	0	0	1.474.000	1.544.000
25.	Општи резерват природе „Буково“ (Бољевац)	2007	10	6.475.669	6.475.669	3.997.601	3.879.480	0	0	2.478.068	2.596.189
26.	Општи резерват природе „Винатовача“ (Деспотовач)	1995	37	7.177.475	7.177.475	3.387.000	3.195.000	0	0	3.790.475	3.982.475
27.	Општи резерват природе „Данилова коса“ (Лозница)	2007	7	4.232.654	4.232.654	2.048.000	1.881.000	0	0	2.184.654	2.351.654
28.	Резерват природе „Прокоп“ (Крушевац)	2008	6	6.248.424	6.248.424	3.477.714	3.277.000	0	0	2.770.710	2.971.424
29.	Строги резерват природе „Мустафа“ (Кучево)	2014	80	4.374.205	4.374.205	2.434.931	2.119.144	0	0	1.939.274	2.255.061
30.	Строги резерват природе „Јукавица“ (Врање)	2014	76	6.633.438	6.633.438	3.501.854	3.055.062	0	0	3.131.584	3.578.376
31.	Строги резерват природе „Јарешник“ (Врање)	2019	6	4.230.000	4.230.000	1.950.000	1.780.000	0	0	2.280.000	2.450.000
32.	Строги резерват природе „Зеленика“ (Ужице)	2015	0	2.361.892	2.361.892	1.482.718	1.433.355	0	0	879.174	928.537
33.	Строги резерват природе „Изнад Тагаје“ (Ужице)	2015	1	2.216.432	2.216.432	1.464.718	1.385.355	0	0	751.714	831.077
34.	Строги резерват природе „Тесне Јаруге“ (Ужице)	2015	3	2.373.809	2.373.809	1.626.959	1.542.672	0	0	746.850	831.137
35.	Строги резерват природе „Каленић“ (Деспотовач)	2020	2	2.552.600	2.552.600	1.260.000	1.200.000	0	0	1.292.600	1.352.600
36.	Предео изузетних одлика „Столови“ (Краљево, Крушевац, Рашка)	2022	9.932	5.395.680	5.395.680	3.337.080	3.180.000	0	0	2.058.600	2.215.680
37.	Предео изузетних одлика „Желин“ (Краљево, Крушевац, Рашка)	2022	6.379	8.502.836	8.502.836	5.297.100	4.905.000	0	0	3.205.736	3.597.836
38.	Предео изузетних одлика „Планина Цер“ (Лозница)	2023	6.260	0	0	0	0	0	0	0	0
свега			365.337	2.812.719.704	2.706.947.118	700.385.829	526.660.229	1.715.848.764	1.700.946.019	396.485.111	479.340.869
% остварења укупно планираног/уговореног Буџета/наплаћених накнада/реализованих средстава управљача						96,24		75,20		99,13	120,90
% учешћа у реализацији програма						100,00		19,46		62,84	17,71



Графикон 1 - Поређење планираних и реализованих средстава према изворима финансирања
 Graph 1 - Comparison of planned and realized funds according to funding sources

Табела 2 - Планирани и реализовани трошкови према програмима управљања заштићеним подручјима за период 2014-2023. године – средства буџета и средства накнада за коришћење заштићених подручја

Table 2 - Planned and realized costs according to protected area management programs for the period 2014-2023. year - budget funds and funds for fees for the use of protected areas

Редни број	Година	Број заштићених подручја	Површина (ha)	Трошкови програма управљања заштићеним подручјима					
				Планирана средства Буџета (динара)	Уговорена средства Буџета (динара)	% (5/4)	Планирана средства из накнада (динара)	Реализована средства из накнада (динара)	% (8/7)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	2014	12	199.545,96	51.467.000	28.841.243	56,04	13.902.222	26.222.510	188,62
2.	2015	26	244.293,90	68.625.277	43.685.844	63,66	37.640.171	49.245.230	130,83
3.	2016	26	244.293,90	73.965.010	47.129.933	63,72	37.224.135	82.291.483	221,07
4.	2017	28	327.529,72	62.156.971	41.984.609	67,55	77.380.443	99.393.047	128,45
5.	2018	28	327.529,72	70.670.053	51.682.000	73,13	91.604.752	164.264.178	179,32
6.	2019	32	332.657,92	75.536.938	52.263.667	69,19	260.683.810	337.094.259	129,31
7.	2020	33	332.659,92	67.402.500	56.185.333	83,36	249.896.862	239.878.177	95,99
8.	2021	34	342.764,74	64.832.726	56.013.600	86,40	294.874.518	279.073.453	94,64
9.	2022	34	342.764,74	77.614.286	67.204.000	86,59	318.152.579	190.880.238	60,00
10.	2023	36	359.075,94	88.115.068	81.670.000	92,69	334.499.271	232.603.443	69,54
свега				700.385.829	526.660.229	75,20	1.715.848.764	1.700.946.019	99,13

За заштићена подручја која је прогласио Град Београд финансирање реализације годишњих програма управљања заштићеним подручјима врши се на основу Уговора о суфинансирању реализације програма, који се склапа између Града Београда (Градског секретаријата за заштиту животне средине) и управљача.

Град Београд, на предлог Градског секретаријата за заштиту животне средине је прогласио 7 заштићених подручја и поверио их на управљање ЈП „Србијашуме“, Шумском газдинству „Београд“ из Београда и то су заштићена подручја: Предео изузетних одлика „Космај“ (3.514,50 ha), Предео изузетних одлика „Авала“

(489,13 ha), Споменик природе „Миљаковачка шума“ (84,720 ha), Споменик природе „Бојчинска шума“ (670,79 ha), Споменик природе „Шума Коштњак“ (265,26 ha) и Заштићено станиште „Гљиве Аде Циганлије“ (21,25 ha). За реализа-

цију планова управљања наведеним заштићеним подручјима Град Београд је издвајао средства сваке године и у периоду 2014-2023. године, просечно годишње она су износила око 84 милиона динара.

Табела 3 - Планирани и реализовани трошкови према програмима управљања заштићеним подручјима за период 2014-2023. године – средства управљача

Table 3 - Planned and realized costs according to protected areas management programs for the period 2014-2023. years – manager resources

Редни број	Година	Број заштићених подручја	Површина (ha)	Трошкови програма управљања заштићеним подручјима (динара)					
				Планирана средства Управљача	Реализована средства Управљача	% (5/4)	Укупно планирани трошкови	Укупно реализовани трошкови	% (8/7)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	2014	12	199.545,96	22.737.512	38.473.656	169,21	88.106.734	93.537.409	106,16
2.	2015	26	244.293,90	40.249.510	53.357.736	132,57	146.514.957	146.288.810	99,85
3.	2016	26	244.293,90	33.422.667	37.588.300	112,46	144.611.812	167.009.716	115,49
4.	2017	28	327.529,72	31.329.594	41.193.329	131,48	170.867.008	182.570.985	106,85
5.	2018	28	327.529,72	25.729.071	23.134.046	89,91	188.003.876	239.080.224	127,17
6.	2019	32	332.657,92	38.816.341	29.563.050	76,16	375.037.090	418.920.975	111,70
7.	2020	33	332.659,92	23.402.905	19.201.479	82,05	340.692.267	315.264.990	92,54
8.	2021	34	342.764,74	49.009.122	32.435.726	66,18	408.716.366	367.522.779	89,92
9.	2022	34	342.764,74	54.855.652	96.956.996	176,75	450.622.517	355.041.234	78,79
10.	2023	36	359.075,94	76.932.737	107.436.553	139,65	499.547.076	421.709.996	84,42
свега				396.485.111	479.340.869	120,90	2.812.719.704	2.706.947.118	96,24

За заштићена подручја која су проглашена актом јединица локалних самоуправа и дата на управљања ЈП „Србијашуме“ није било суфинансирања од стране буџета јединице локалне самоуправе, изузев општине Босилеград која је суфинансирала реализацију годишњих програма управљања за два заштићена подручја која је ставила под заштиту (Споменик природе „Црни бор у Петковској махали“ и Споменик природе „Црни бор у Црноштици“).

Да би се осигурао одрживи развој, неопходно је обезбедити и одржив (сталан и довољан) систем финансирања, што истичу Васић и Јанчић (2023), а што је потврђено и у овом раду.

Позната „столица одрживог развоја“, са своја четири ослоња: еколошким, економским, социјалним и културним, не може да опстане и да се „користи“, уколико нема потпуне равнотеже између њих, а заштита природе је директан ослонац еколошке и културне свести једног друштва, без чијег је развоја и економски одржив напредак (којем тежимо) у данашње време некомплетан, односно немогућ (Кисин, 2006).

ЗАКЉУЧЦИ / CONCLUSIONS

Управљање заштићеним подручјима је делатност од општег интереса и за ефикасно управљање заштићеним подручјем потребно је обезбедити довољан и стабилан систем финансирања.

За одрживо управљање заштићеним подручјем Управљачи морају да поседују одговарајуће стручне, техничке и организационе капацитете.

Предмети накнада за коришћење заштићених подручја морају бити прецизно дефинисани.

Систем увођења олакшица за обвезнике накнада може бити контрапродуктиван, што може довести до тога да Управљач не може имати стабилне и сталне финансије за финансирање заштићених подручја.

Заштићена подручја локалног значаја морају имати исти третман као и заштићена подручја од националног и регионалног значаја и сагласно томе јединице локалних самоуправа морају издвајати на годишњем нивоу средства за заштићена подручја која су прогласили.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- [1] Aleksić, P., Jančić, G. (2006). Planiranje gazdovanja šumama i zaštićenim prirodnim dobrima Javnog preduzeća „Srbijašume“, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije „Gazdovanje šumskim ekosistemima nacionalnih parkova i drugih zaštićenih područja“, Jahorina-Tjentište, 257-264.
- [2] Aleksić, P., Jančić, G. (2010). Zaštićena prirodna dobra u funkciji očuvanja biodiverziteta u Javnom preduzeću „Srbijašume“ Beograd, *Ecologica*, 59, 381-386.

- [3] Baković, Z. (2013). Strateško planiranje kao integralni deo sistema planiranja u šumarstvu, *Šumarstvo*, 1-2 (Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije, Beograd), 125-137.
- [4] Васић, В. (2018): Плански приступ газдовању буковим шумама у Србији. Докторска дисертација. Универзитет у Београду, Шумарски факултет.
- [5] Vasić, V., Jančić, G. (2023). Upravljanje zaštićenim područjima: Studija slučaja za Javno preduzeće „Srbijašume“, *Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci*, 33, 71-85.
- [6] Закључци са Научног скупа „Одрживо управљање националним парковима и газдовање шумским екосистемима“, Шумарски факултет, октобар 2022. године.
- [7] Закон о заштити природе, *Службени гласник РС*, број 36/09, 88/10, 91/10-исправка, 14/16, 95/18-др.закон и 71/21.
- [8] Закон о накнадама за коришћење јавних добара, *Службени гласник РС*, број 95/2018, 49/2019, 86/2019 - усклађени дин. изн., 156/2020 - усклађени дин. изн., 15/2021 - доп. усклађених дин. изн., 15/2023 - усклађени дин. изн., 92/2023 и 120/2023 - усклађени дин. изн.).
- [9] Закон о заштити природе, *Службени лист СГ*, број 54/2016, 18/2019.
- [10] Закон о заштити природе, *Narodne novine*, број 80/2013, 15/2018, 14/2019, 127/2019, 155/2023.
- [11] Извештаји о остваривању годишњих програма управљања заштићеним подручјима за 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 и 2023 годину.
- [12] Извештаји о реализацији Уговора о суфинансирању реализације програма управљања заштићеним подручјима за 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 и 2023 годину.
- [13] Кисин, Б. (2006). Стање, циљеви газдовања и систем управљања строгим природним резерватима у чистим буковим шумама Србије, магистарски рад. Шумарски факултет Универзитета у Београду.
- [14] Марковић, Ј., Орловић, С. (2002). Практично и економски оправдано против романтичног и декларативног. *Ревија Шуме*, бр. 68 (ЈП „Србијашуме“ – Београд).
- [15] Правилник о критеријумима за остваривање права на олакшицу и ближи поступак остваривања права на олакшицу плаћања накнаде за коришћење заштићеног подручја, *Службени гласник РС*, број 10/2024 и 16/2024.
- [16] Пузовић, С. (2008). Заштита и управљање природним добрима у Србији. *Заштита природе*, 60, 17-26.
- [17] Епископ Јован (Пурић), (2013). Еколошке теме, Задужбина светог манастира Хиландара, Београд – Врњачка Бања.
- [18] Шљукић, Б., Милетић, Д., Јанчић, Г., Кисин, Б. (2023). Управљање парковима природе у Јавном предузећу „Србијашуме“, *Гласник Шумарског факултета Универзитета у Београду*, Специјално издање поводом научног скупа „Одрживо управљање националним парковима и газдовање шумским екосистемима“, 119-133.
- [19] <https://zzps.rs/> Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara, ZZPS (на дан 21.04.2023. године).

The current state and future trends of the energy system in Serbia

Sadašnje stanje i budući trendovi energetskeg sistema u Srbiji

Larisa Jovanović^{1*}, Aleksandra Stojkov Pavlović²

^{1,2}ALFA BK University, Faculty of finance, banking and auditing, Belgrade, Serbia /
Univerzitet ALFA BK, Fakultet za finansije, bankarstvo i reviziju, Beograd, Srbija

* Corresponding author / Autor za prepisku

Received / Rad primljen: 15.04.2024, Accepted / Rad prihvaćen: 19.08.2024.

Abstract: The issue of energy seems more relevant than ever. A systematic review of the literature and available sources was undertaken in order to find an answer to the research question: "What is the current state of the energy system in Serbia and what the perspective is?" The aspiration of the authors is a comprehensive (as far as possible) review of the Serbian energy system through its important parts. Serbia, like the rest of the world, faces giant challenges in the energy field: the use of fossil fuels, the slow development of renewables, and low-emission fuels. Steady growth in consumption and demands. This research is study about complex energy system issues and its potential new directions for the future in Serbia, with comparative analyses of region: Croatia and Bulgaria. Research shows that Serbia has progress and innovative solutions, as well as natural potential, but also that it stumbles on outdated technologies.

Keywords: fossil fuels, renewables, electricity, carbon capture, decarbonization.

Sažetak: Pitanje energije izgleda aktuelnije nego ikad. Obavljen je sistematski pregled literature i dostupnih izvora u cilju pronalaženja odgovora na istraživačko pitanje: „Kakvo je trenutno stanje energetskeg sistema u Srbiji i kakva je perspektiva?“ Težnja autora je sveobuhvatan (koliko je to moguće) pregled energetskeg sistema Srbije kroz njegove bitne delove. Srbija se, kao i ostatak sveta, suočava s ogromnim izazovima u oblasti energetike: korišćenje fosilnih goriva, spor razvoj obnovljivih izvora energije i goriva s niskim emisijama, stalan rast potrošnje i potražnje. Ovo istraživanje je studija o složenim pitanjima energetskeg sistema i njegovim potencijalnim novim pravcima razvoja u Srbiji, uz uporedne analize regiona: Hrvatske i Bugarske. Istraživanja pokazuju da Srbija ima mogućnosti za napredak i inovativna rešenja, kao i prirodni potencijal, ali i da posrće zbog zastarele tehnologije.

Ključne reči: fosilna goriva, obnovljivi izvori energije, električna energija, hvatanje ugljenika, dekarbonizacija.

¹orcid.org/0000-0002-1840-819X, e-mail: larisa.jovanovic@alfa.edu.rs

²orcid.org/0009-0007-5825-159X, e-mail: aleksandra.stojkov.pavlovic@alfa.edu.rs

INTRODUCTION

Renewable energy sources (RES) represent the main support of energy independence in the future of Serbia. Serbia has good RES potential: hydro-power, wind energy, geothermal energy, biomass energy, solar energy. Climate change and energy crises were the main reasons for seeking new approaches in solving problems in the field of energy

(Radonjić, 2023). Arsić and Vučinić (2022) point out that the elimination of unsustainable treatment becomes a necessity, which is in line with the European Green Deal that proposed Europe as an energy-neutral continent by 2050. In February 2024, the European Commission (EC) presented its assessment for the climate goals of the EU until 2040.

The European Commission recommended a reduction of net greenhouse gas emissions in the EU by 90% by 2040 compared to 1990 (EC, 2024). In order to achieve this, EU countries as well as other European countries are investing efforts in the field of green resources. It is a fact that the energy sector plays a key role on Serbia's path to EU accession, serving as a link between economic development, sustainability and compliance with EU standards, which is essential for the broader goals of integration and regional stability (Brkić, 2023). Serbia has the comprehensive new legal framework from 2021 directed to the energy sector. Reducing negative energy trends implies an unambiguous process of energy transition (ET). The transformation of the existing energy system is accompanied by: an increase in the share of RES, an increase in energy efficiency, as well as a decrease in energy consumption. The implementation of ET is not only an energy-economic issue, but also has other implications: social, ecological, psychological and existential (Bošković et al., 2023). The use of renewable energy sources can also be a source of harmful effects on the environment. This significantly slows down the development and implementation of RES-related projects. The causes of obstacles in development and use can be: lack of political support, low income and expensive investments, conflict of interests, tax policy, complex knowledge for the application of technologies. The experts assert that safety is of utmost importance in the research phase. The administrative approach is present in decision-making, while adoption of a project often depends on political reasons. In the implementation of the adopted project, the infrastructure has the greatest impact on the usage of resources (Štrbac et al, 2023). The diverse and numerous obstacles should certainly not be excluded from consideration of RES application in order for the system in Serbia to become an optimal energy system.

1. MATERIALS AND METHODS

The starting point is the analytical method through the IEA database, the IRENA database, which is further developed by additional collection and systematization into the author's research with the use of other official and relevant data (state data, the World Bank database, etc.). The paper examines the situation related to absorbing, using and storing carbon, with the aim of decarbonisation. A comparative analysis of electricity production from RES: wind energy, hydropower, solar energy and biofuels was also considered. The aim of the work also included the positioning of the results of the development points of the energy system of Serbia, as well as the discovery of its weak points in the global and regional frameworks. Through this study, a comparative analysis of electricity production from different energy sources in Serbia with the countries of the Western Balkan region: Croatia and Bulgaria was carried out (table 1 and table 2).

2. RESEARCH AND DISCUSSION

2.1. Total electricity production

The electricity sector of Serbia, which is particularly important for the entire economy and society, is one of the biggest polluters of the environment, as electricity production is mainly based on fossil fuels (mainly domestic lignite, gas, and oil) (Jovanović et al., 2023a). The total production of electricity in Serbia is growing from year to year. A well-known problem with electricity production is that the production is based on coal. By recent data, 62,29% of total production is from coal, but it is on downward trend. Hydropower and wind energy have a constantly growing share in the energy mix of Serbia. The capacities of solar energy as RES stagnate.

Table 1. Electricity production in Serbia with trend in GWh

Type of source	2019	2020	2021	Trend
Total production	37600	37956	38235	+1.6%
Coal	25658	26494	23820	-7.1%
Hydropower	10198	9748	11984	+17.5%
Wind	898	975	1084	+17.1%
Solar PV	13	13	13	/
Biofuels	138	192	247	+44.1%

Source: Author's research based on IEA database

Table 1 shows the IEA's energy data survey for electricity generation. Total electricity production

growth in Serbia in the period 2019-2021 by 1.6% and shows increased demands.

As the Table 2 shows, Serbia has the lowest trend growth in total energy production. Croatia has the highest percentage increase in the observed period.

Table 2. Total electricity production in selected countries in GWh with trend

Country	2019	2020	2021	Trend
Serbia	37600	37956	38235	+1.6%
Croatia	12760	13385	15210	+16.1%
Bulgaria	44276	40754	47568	+7.4%

Source: Author's research based on IEA database

2.2. Coal-based electricity production

Table 3 shows the progress of selected countries in reducing electricity generation from coal. Coal-

based electricity production in Serbia is in decline. Croatia has achieved a significant reduction, while Bulgaria has only a trace of progress.

Table 3. Coal-based electricity production in selected countries in GWh with trend

Country	2019	2020	2021	Trend
Serbia	25658	26494	23820	-7.1%
Croatia	1639	1215	1456	-11.1%
Bulgaria	17224	13532	17085	-0.8%

Source: Author's research based on IEA database

2.3. RES electricity production

The focus on renewable energy utilization is growing sharper, due to its sustainability and contribution to greenhouse gas emissions reduction. But the highly stochastic, specific availability of hydro,

solar or wind energy, given their variability and the issue of supply certainty, makes this issue more intricate (Stevović, 2021). It is possible to reduce the share of coal in the production of electricity, by energy transition and wider application of RES.

Table 4. Total RES in selected countries in GWh with trend

Country	2019	2020	2021	Trend
Serbia	24635	24607	26344	+6.4%
Croatia	8347	8551	10528	+20.7%
Bulgaria	7485	7466	10308	+27.3%

Source: Author's research based on IRENA database

According to the authors' research, based on data from the IRENA Report (2023), in period 2019-2021 Bulgaria has the highest growth trend in RES, followed by Croatia, while Serbia, although it has the largest amount of energy compared to the selected countries, has the lowest growth trend.

2.4. Wind energy

Wind energy is a valuable potential with an increasing share which does not require additional consumption of conventional fuels. In Serbia there are suitable locations for the construction of wind generators. Now in Serbia operate 9 wind farms with a total of 158 wind generators, primarily in the plains

of Vojvodina. Four wind farms are under construction and 23 are planned. The use of wind generators is accompanied by certain negative effects. These effects can be division into those that arise during their production, normal operation, possible system failures as well as at end-of-life disposal. Does not exist direct emission of toxic substances in progress normal operation, but still there is an impact on life environment during the operation of the converter: noise, infrasound, reflection, shadows, landscape impact, effect to birds, effects to fauna, occupying space, end-of-life disposal (Jovanović, Baroš, 2023). In addition to the negative effects, the use of wind energy requires large investments.

Table 5. Wind energy in selected countries in GWh with trend

Country	2019	2020	2021	Trend
Serbia	898	975	1084	+17.1%
Croatia	1467	1721	2062	+28.8%
Bulgaria	1317	1477	1434	+8.1%

Source: Author's research based on IRENA database

Largest amount of wind energy in GWh has Croatia, with 2062 in 2021, Serbia shows weakest result (1084), but the trend is weak in Bulgaria. Serbia and Croatia show larger growth by 2021, than in Bulgaria.

2.5. Biofuels

Bioenergy represents the largest renewable source of energy, based on several feedstock types. Mostly exploited feedstock includes residues from

forestry (fuel wood, wood chips, sawdust), crops cultivated specifically for the purpose of energy production, wastes and agricultural residues (Pušić et al., 2024). In the Republic of Serbia, there are conditions for the production of biofuels - bioethanol and biodiesel. Biodiesel is suitable alternative for petroleum diesel, and raw materials for bioethanol production include: cereals, millet, potatoes, sugar beet molasses and maize.

Table 6. Biofuels energy in selected countries in GWh with trend

Country	2019	2020	2021	Trend
Serbia	138	192	247	+44.1%
Croatia	878	978	1099	+20.1%
Bulgaria	1776	1697	2588	+31.3%

Source: Author's research based on IEA database

The use of biofuels shows the largest growth in the share of total electricity production in the observed period. According to research in Table 6 - Serbia has the highest growth trend in the use of biofuels in the observed period of the selected countries, but the lowest number in the amount of energy produced. Bulgaria produces the largest amount of energy from biofuels, while Croatia is in the middle in terms of production volume, and showed the smallest growth trend.

2.6. Hydropower

Serbia has 16 hydropower plants with 51 units, which accounts for almost 38.4% of total power potential of Electric power industry of Serbia. Electricity is generated in Djerdap HPPs Branch, Kladovo, and Drinsko-Limske HPPs Branch, and Bajina Bašta. The extraordinary potential of renewable water energy is also represented by small hydropower plants that can be installed on water-courses and become "privileged" energy producers.

Table 7. Hydropower energy in selected countries in GWh with trend

Country	2019	2020	2021	Trend
Serbia	10198	9748	11984	+17.5%
Croatia	5932	5810	7228	+17.9%
Bulgaria	3382	3320	5067	+33.2%

Source: Author's research based on IEA database

Data in Table 7. Shows growing trend in hydropower production in Bulgaria, while in terms of the amount of energy produced, Serbia has the highest value. The trends in Serbia and Croatia are similar (about 17%).

2.7. Solar energy

Serbia is a rich country in global radiation energy that can be used for renewable solar energy

sources: north-west and south-east Serbia have great potential. Solar energy is an immediately usable, clean, and renewable ecological resource, which is a great advantage over fossil fuels. Therefore, more and more work is being done on systems that convert solar energy into electricity, both for small-scale domestic and large commercial fields of solar panels so as to make a great

contribution to the stability of the operation of public power grids (Arsić et al., 2023). According to research data, this solar energy has a relatively low

share in the total electricity production in Serbia. Thus, there is no official capacity improvement in the observed period, but efforts are being made.

Table 8. Solar power energy in selected countries in GWh with trend

Country	2019	2020	2021	Trend
Serbia	13	13	13	/
Croatia	83	95	148	+41.9%
Bulgaria	1417	1468	1466	+3.3%

Source: Author's research based on IEA database

According to the data from Table 8, the study of observed countries, Serbia, although it has great potential, does not show any progress. Croatia achieves the greatest progress in trend in solar energy use of total electricity production, while Bulgaria receives the greatest total energy from solar energy.

The pursuit of sustainable development has taken centre stage on the global agenda. One of the most promising avenues in this endeavour is the continuous advancement of renewable energy technologies (Ostergard et al., 2023). The trend of total electricity consumption in Serbia is slightly increasing. Coal-based electricity production is decreasing, but significantly less than in Croatia. Total RES is also in progress in Serbia. The research data that are not encouraging and the some author's views regarding the barriers in the implementation and participation of renewable energy sources in the electricity production system are certainly worrying. Compared to developed countries, Serbia has a weak dynamic of RES development, but it has significant natural potentials. Serbia has established new legislation in the field of energy: Energy Act (2021), Act on the Use of Renewable Energy Sources (2021), Law on the Use of Renewable Energy Sources (2021). The Law on the Use of Renewable Energy Sources represents the foundation for investment in construction solar power plants and wind farms. More and more industrial consumers opt for the construction of solar systems power plant for own purposes (with return on investment within 5-7 years). Serbian Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management offers grants for the acquisition and installation of new equipment with the intension to to use renewable energy sources and improve energy efficiency.

CONCLUSION

Serbia's energy system is the backbone of the economy, but also the source of progress in green development. Serbia has a significant energy potential of most renewable energy sources.

However, this potential is poorly utilized due to the dominance of outdated technologies, especially in the energy sector. Energy transition and decarbonisation in Europe can serve as models for all countries of the Western Balkans. The use of renewable energy sources in total energy production is constantly increasing in Serbia, mainly due to hydroelectric power plants and the use of biomass, in the form of pellets. Green technologies are within reach, but development is stuck in certain parts of the energy system (construction of solar power plants and biogas plants, production of biodiesel). Nevertheless, certain efforts are being made (construction of the first wind farms), which inspires hope for the imminent progress of the energy transition in Serbia.

REFERENCES

- [1] Act on the Use of Renewable Energy Sources, *Official Gazette of RS*, No. 40/2021.
- [2] Arsić, Lj., Milićević, V., Milićević, Z. (2023). Energy efficiency through the use of solar energy in the Republic of Serbia, International scientific conference: "Challenges of modern economy and society through the prism of green economy and sustainable development" – CESGED2023, Novi Sad, Serbia, Proceedings, 117-125.
- [3] Arsić, Lj., Vučinić, I. (2022). Renewable energy sources: potentials and trends in the countries of European Union and the Western Balkans, *Ecologica*, 29(108), 476-484.
- [4] Bošković, N., Savićević, M., Dimitrijević, M. (2023). The contribution of the energy transition to the green economy development in the Republic of Serbia, *Ecologica*, 30(112), 583-590.
- [5] Brkić, D. (2023). Serbian Energy Sector in a Gap Between East and West, *Energy Exploration & Exploitation*, 42(1), 330-340.
- [6] Energy Act, *Official Gazette of the RS*, No. 145/2014, 95/2018 – other law, and 40/2021.

- [7] European Commission (2024). 2040 Climate Action. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2040-climate-target_en.
- [8] IRENA, (2023). Renewable Energy Statistics.
- [9] Jovanović, M., Bakić, V., Škobalj, P., Cvetinović, D., Erić, A., Živković, N., Duić, N. (2023a). Scenarios for the transition of the electric power sector of the Republic of Serbia to sustainable climate neutrality by 2050, *Utilities Policy*, 85, 101681.
- [10] Jovanović, O., Baroš, Z. (2023). Outlook of the use of wind energy in Serbia, *Ecologica*, 30(109), 35-42.
- [11] Law on the Use of Renewable Energy Sources, *Official Gazette of RS*, No. 40/2021.
- [12] Ostergard, P.A., Duić, N., Noorollahi, Y., Kalogirou, S. (2023). Advances in renewable energy for sustainable development, *Renewable Energy*, Vol. 219, Part 1, 119377.
- [13] Pušić, M., Ljubojević, M., Prvulović, D., Kolarov, R., Tomić, M., Simikić, M., Vejnović, S., Naranđić, S. (2024). Bioenergy and Biopesticides Production in Serbia - Could Invasive Alien Species Contribute to Sustainability?, *Processes*, Vol. 12, 407.
- [14] Radonjić, S. (2023). Improvement of energy efficiency in Serbia and protection of environment: legal framework, *Ecologica*, 30(111), 491-503.
- [15] Stevović, I., Mirjanić, D., Petrović, N. (2021). Integration of solar energy by nature-inspired optimization in the context of circular economy, *Energy*, Vol. 235, 121297.
- [16] Štrbac, N., Dragović, Nj., Vuković, M., Riznić, D. (2023). Barriers and limitations in the application of renewable energy sources, *Ecologica*, 30(112), 591-508.

Contemporary water management and agroforestry ecosystem services nexus contribution in addressing global issues from local perspective

Nekus savremenih usluga upravljanja vodama i ekosistemskih usluga agrošumarstva i njihov doprinos u rešavanju globalnih izazova iz lokalne perspektive

Branislava Matić¹, Igor Vukelić², Zorica Mrkonjić³, Zorana Srečkov⁴, Vesna Vasić⁵, Mirjana Bojović^{6}*

¹⁻⁶Educons University, Faculty of ecological agriculture, Vojvode Putnika 87, Sremska Kamenica, Serbia / Univerzitet Educons, Fakultet ekološke poljoprivrede, Vojvode Putnika 87, Sremska Kamenica, Srbija

* Corresponding author / Autor za prepisku

Received / Rad primljen: 23.08.2024, Accepted / Rad prihvaćen: 03.09.2024.

Abstract: The majority of Global issues are more or less connected to water, since it has a crucial role for various aspects of life and the environment. In spite of being practiced by many centuries across the Globe, the consideration of agroforestry benefits in comparison to intensive agriculture is increasing, especially from the local level perspective due to different natural features, climate patterns, legal and policy framework, etc. Link between agroforestry ecosystem services and contemporary water management is documented in literature within different concepts, namely Natural Water Retention Measures, Ecosystem-based disaster risk reduction, Ecosystem-based adaptation, Green Infrastructure, Nature-based solutions. Regardless various definitions of these concepts, the common ground are services provided by ecosystems and their benefits for humanity and biodiversity. In this study, contribution of the proposed nexus to tackle global issues is underlined and natural water retention measures within agroforestry ecosystem services benefits are presented from the Integrated Water Management Perspective.

Keywords: integrated water resources management, agroforestry ecosystem services, nexus, global issues.

Sažetak: Većina uzroka globalnih izazova je povezana manje više sa vodom koja igra važnu ulogu za različite oblike života i životnu sredinu. Uprkos primeni agrošumarstva širom sveta tokom vekova, sagledavanje njegovih prednosti u odnosu na intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju dobija na značaju, naročito na lokalnom nivou zbog raznovrsnosti prirodnih karakteristika, klimatskih uslova, strateških smernica, zakonodavnog okvira i drugo. Povezanost usluga agrošumskih ekosistema i savremenog upravljanja vodama je dostupna u literaturi u okviru različitih pojmova kao što su mere za povećanje kapaciteta za zadržavanje vode, smanjenje rizika od katastrofa zasnovano na ekosistemima, adaptacija zasnovana na ekosistemima, zelena infrastruktura, rešenja zasnovana na prirodi. Bez obzira na različite definicije koje se koriste za ove pojmove, zajednički imenitelj su usluge ekosistema i njihove dobrobiti za ljudsku zajednicu i biodiverzitet. U radu je dat prikaz doprinosa predloženog nekusa u rešavanju globalnih izazova, a predstavljene su i mere zaštite vodenih resursa u okviru prednosti ekosistemskih usluga agrošumarstva iz perspektive integrisanog upravljanja vodama.

Ključne reči: integrisano upravljanje vodnim resursima, ekosistemske usluge agrošumarstva, nekus, globalni izazovi.

¹orcid.org/0000-0002-2196-041X, e-mail: branislava.matic@educons.edu.rs

²orcid.org/0000-0003-2686-0343, e-mail: igor.vukelic@educons.edu.rs

³orcid.org/0000-0001-5934-8974, e-mail: zorica.mrkonjic@educons.edu.rs

⁴orcid.org/0000-0002-2278-1077, e-mail: zorana.sreckov@educons.edu.rs

⁵orcid.org/0000-0002-6022-9304, e-mail: vesna.vasic@educons.edu.rs

⁶orcid.org/0000-0002-5767-8221, e-mail: mirjana.bojovic@educons.edu.rs

INTRODUCTION

Global issues generated by pressures on natural resources are difficult to understand and address properly from narrow sectoral perspectives due to competition among different users and land use practices and contains with respect to resource availability. Based on current body of knowledge and available information, nexus approach is receiving great attention in recent decades as a concept that contributes to solution of global issues. According to Merriam-Webster web site, the word nexus comes from *nectere*, a Latin verb meaning "to bind", it is all about connections and was a word of the day on February 7th, 2017 (www.merriam-webster.com). Based on Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) there is increasing competition for resources between various sectors (agriculture, water, forestry, energy, mining, environment, transport, spatial planning, etc.) and demand growth has unpredictable impacts for livelihoods and the environment (FAO, 2011).

The Water-Energy-Food Nexus is a suitable concept that addresses complex interrelated nature of global resources system and presents conceptual approach for improved understanding and systematic analyses of the interactions between the natural environment and human activities in achievement of different social, economic and environmental goals. It includes activities towards a more coordinated management and use of natural resources across sectors and scales to manage trade-offs, create synergies and allow more integrated and cost-effective planning, decision-making, implementation, monitoring and evaluation (FAO, 2014). The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) report describes the assessment of Water-Food-Energy-Ecosystem Nexus in a transboundary river basin (UNECE, 2015) and underlined that "nexus approach" to manage interlinked resources has emerged as a concept for improved water, energy and food security by increasing efficiency, reducing trade-offs, building synergies and improving governance, while protecting ecosystems. Among the others challenges to decrease the risks for natural resources is establishment of multi-sectoral interlinkages to achieve Sustainable Development Goals (SDGs) and Sendai Framework for Disaster risk reduction targets according to position paper on Water, Energy, Food, and Ecosystem (WEFE) Nexus and SDGs (Carmona-Moreno et al., 2019), can be addressed by nexus concept if collaboration is proper.

Because water is so important to so many facets of life and the environment, most global challenges are somehow related to it. Water supply for various

users with an adequate amount of water that satisfies quality standards is the most important topic in modern water management, which encompasses many criteria based on aiming for economic development, social equity, and environmental sustainability. A cross-sectoral strategy known as "integrated water resources management" (IWRM) encourages the coordinated development and management of water, land, and related resources in order to maximize economic and social welfare fairly while maintaining the sustainability of essential ecosystems (Katusiime and Schütt, 2020). Natural Water Retention Measures (NWRM), as the multifunctional approach, have the potential to provide multiple benefits from the perspectives of sustainable water management and IWRM. These benefits could include reduction of flood risk, management of erosion, improvement of water quality, recharge of groundwater, etc. (Matić and Simić, 2017).

On the other hand, over the past twenty years, agroforestry (AF) has garnered significant interest as a land-use strategy capable of offering an array of ecosystem services (ESS) (Jose and Udawatta, 2021). The benefits of AF for soil, water, and biodiversity have been assessed in a number of recent research (van Noordwijk, 2021; Castle et al., 2022; Udawatta and Gantzer, 2022; Janzen et al., 2024). In this study, we present Contemporary water management (NWRM & IWRM) and AF ESS nexus. By exploring the potential of both components in nexus to offer multifunctional benefits, we underline the contribution of the proposed nexus in addressing various global challenges. This approach not only enhances our understanding of the complex interactions between resources but also highlights their vital role in achieving Sustainable Development Goals (SDGs).

1. MATERIALS AND METHODS

The methodological framework of this research is based on a literature review and synthesis of existing studies that examine the benefits of agroforestry ESS and their alignment with IWRM and NWRM. The review includes an analysis of peer-reviewed articles, reports from international organizations such as the Food and Agriculture Organization (FAO) and the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), and other relevant sources that discuss the implementation and impact of these approaches. The subject of this paper was to explore the role of agroforestry and water management nexus in addressing global challenges, particularly in the context of sustainable development and the achievement of Sustainable Development Goals (SDGs).

2. RESULTS AND DISCUSSION

2.1. Contemporary water management from the nexus perspective

The three water management phases are abundance, exploitation and sustainable development (Dimkić et al. 2008). Water management paradigm change is generated by the number of issues that can be addressed by adaptive and integrated water management to enable flexibility

given the high level of uncertainty with respect to floods, droughts, rainfall frequency and intensity, etc. (Wostl-Pahl et al., 2008). Integrated water resources management (IWRM) concept (Figure 1) integrates a large number of processes and their components such as the hydrological cycle, natural characteristics of the basin, environmental sustainability, economic development, institutional and legal framework (Mayfield et al., 2004).

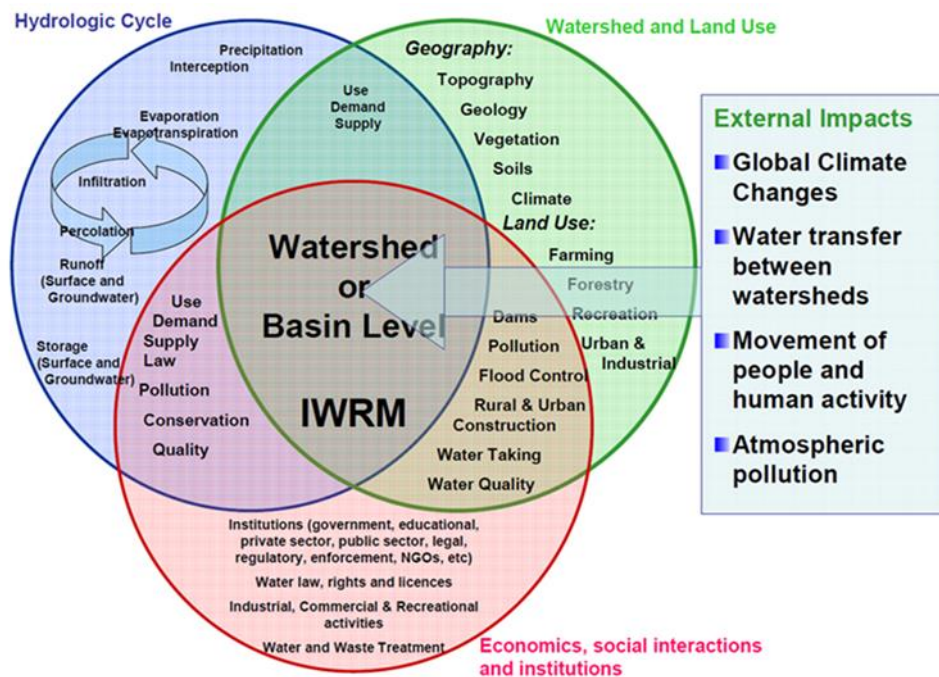


Figure 1 - Conceptual IWRM integration diagram. Source: Mayfield et al., 2004

Climate and land use changes generate immense and complex issues and challenges to sustainable water management around the globe and as a plan of action for people, planet, and prosperity the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) are defined by UN Agenda 2030 (Matić and Karleuša, 2020). In comprehensively study conducted by Liu et al. (2018) on selected nexus approaches and their direct relationship to SDGs-sustainable development goals, SDG 6 contribution to the majority of twenty elaborated nexus approaches e.g., Water-Food-Energy-Climate, Food-Energy-Water, Water-Energy-people, Food-Water, Food-Energy-Water-Health was clear identified. According to mentioned authors, the nexus approaches highlighted the need for and potential benefits of taking a broad, multi-sector, multi-scale and multi-regional perspective to solve global challenges (environmental, economic, social), such as those related to the SDGs. The centrality of water resources to sustainable development based on the crucial role of water for survival

of people and planet is recognized in the UN Agenda 2030 (UNEP and SDGs-SDG6) due to its vital role for other aspects including health, education and poverty, among the others. Ecosystem services (ESS) benefits are directly or indirectly water management related in contribution to responses on global issues.

2.2. Agroforestry (AF) ecosystem services (ESS) contribution in addressing global challenges

Regardless the definitions, ecosystem services (ESS) are integral part of different concepts that highlight their mutual benefits for humans and environment. It is well-known that the majority of landscapes are managed to enhance the supply of a specific provisioning ESS, such as food in agriculture or timber in forestry, because provisioning services are directly derived from nature. In agroforestry, provisioning ESS that have drawn a lot of interest include food, fibre, fuel-wood, and biomass (Raj et al., 2019).

The advantages of controlling ecosystem processes are known as regulating ESS. Kuyah et al. (2017) reviewed seven regulating ESS for which research in temperate regions have shown evidence that introduction of agroforestry practices on crop or pasture land can provide significant benefits. These include the following: pollination, wind, water, and carbon sequestration; improving soil fertility; preventing soil erosion; and controlling pests. The climate and the elements of agroforestry have a significant impact on the availability of regulating ESS (Kuyah et al., 2017).

Supporting ESS are essential for maintaining the conditions for life, since the interlinked ecological processes depend on these support services (Khan, 2020). Essential ecosystem functions like nitrogen cycling, soil formation, biodiversity maintenance, carbon sequestration, and others are aided by AF supporting services (Hemel et al., 2024). Cultural ESS provide intangible benefits - from spiritual ties to the appreciation of art. Since they are often ethereal, they are rarely measured precisely (Falkowski

and Diemont, 2021). The following cultural ESS are offered by AF: educational, artistic, spiritual, and recreational (Kuyah et al. 2017).

In this study, we gave conceptual illustration of AF ESS, divided into four major groups mentioned above: provisioning, regulating, supporting, and cultural (Figure 2). Dhiman et al. (2024) identified agroforestry as a hub or intersection of connections for all Sustainable Development Goals related to rural and peri-urban areas. According to a report by Agroforestry Network member organizations, agroforestry can help achieve nine out of the seventeen Sustainable Development Goals (SDGs). Its potential to reduce poverty and hunger is greatest for SDGs 1 and 2, as well as for climate action (SDG 13) and life on land (SDG 15). Furthermore, the study demonstrates how agroforestry can support other objectives by advancing health (SDG 3) and gender equality (SDG 5), as well as by expanding access to clean water (SDG 6), sustainable energy sources (SDG 7), and ethical agriculture practices (SDG 12) (Network, 2018).

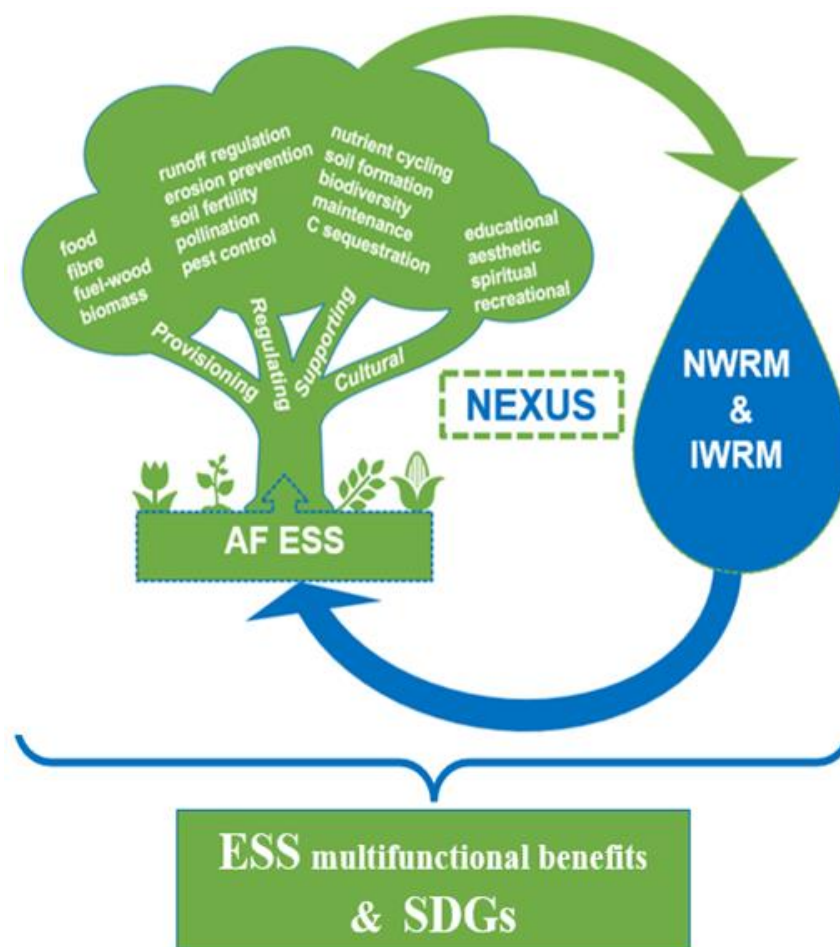


Figure 2 - Contemporary water management and AF ESS nexus can effectively deliver diverse ecosystem services while aligning with the majority of SDGs priorities (prepared by authors)

Agroforestry synergy with Natural Water Retention Measures (NWRM) and Integrated Water Resource Management (IWRM), create a nexus that enhances water security, mitigates climate impacts, and promotes sustainable land management. In that way, mentioned nexus effectively deliver diverse ecosystem services while aligning with the majority of SDGs priorities (Figure 2).

2.3. NWRM role in contemporary water AF ESS benefits nexus approach

The main focus of applying NWRM is to enhance the retention capacity of aquifers, soil, and

aquatic and water-dependent ecosystems, support green infrastructure, improve the quantitative status of water bodies, reduce the vulnerability to floods and droughts and restore the natural functioning of ecosystems and the services they provide (EU DG ENV, 2016). The function and significance of the river basin retention capacity for water regime and water management are many fold and the understanding of basin retention opportunities gets more and more important in contemporary water management due to its favourable contributions to sustainable development and integrated water resources management goals achievement (Matić, 2019).

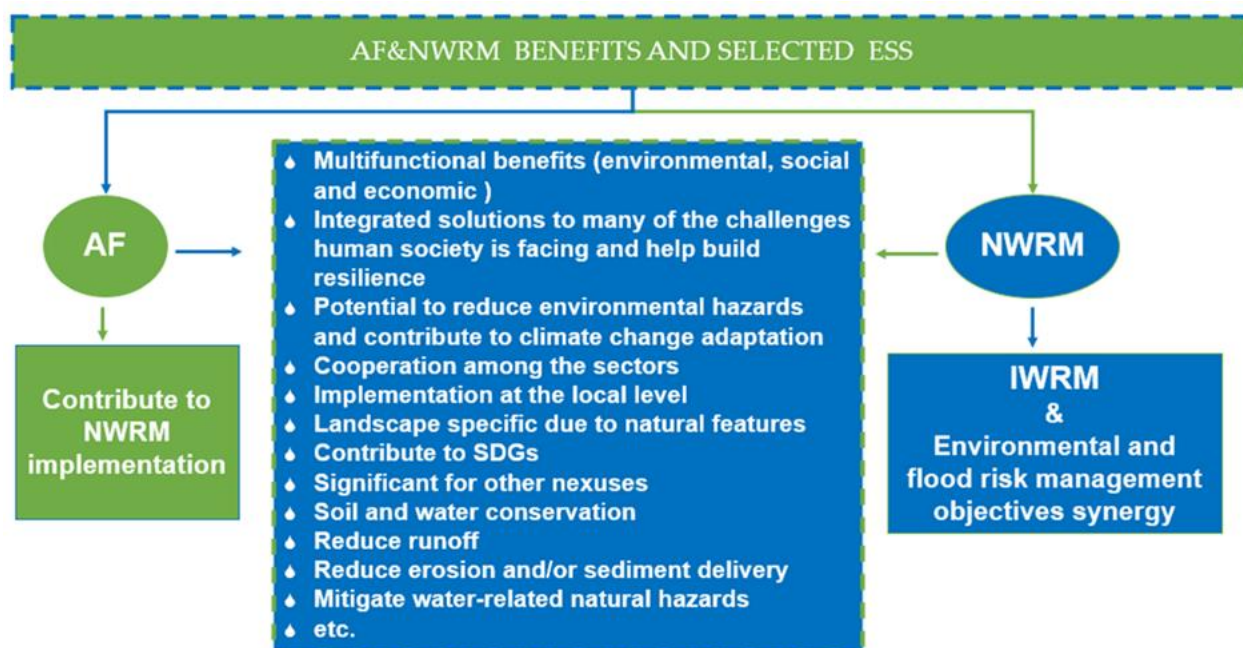


Figure 3 - Contemporary water management and AF ESS nexus recapitulation (prepared by authors)

Implementation of the NWRM at the trans-boundary level (Danube River Basin, Tisza River Basin) supports environmental and flood risk management objectives synergy and integrated river basin management (Matić and Karleuša, 2020) from the local perspective to address global challenges. With reference to AF ESS and IWRM nexus NWRM benefits (Figure 3) are well documented in NWRM catalogue of measures (<http://nwrn.eu/measures-catalogue>) and identified 13 and 14 measures, agriculture and forestry, whose selection and mixture for implementation based on local natural features and hydrologic regime, will very likely provide a substantial contribution to tackle global challenges.

Agroforestry can significantly contribute to the implementation of NWRM through various mechanisms that enhance the landscape's natural ability

to manage water. Namely, agroforestry is an effective strategy for providing clean water by reducing pollution from excess fertilizers in conventional agricultural systems (Pavlidis and Tsihrintzis 2018). Riparian buffers with trees in agroforestry systems slow down runoff, promoting sediment deposition and nutrient retention, which helps reduce groundwater pollution (Jose, 2009). Deep-rooted trees in agroforestry improve groundwater quality by absorbing nutrients that have leached beyond the crop rooting zone (Kumar et al., 2020). Also, a number of studies demonstrated that AF contributes to climate change mitigation by sequestering carbon in trees and soil (Abbas et al., 2017; Lorenz and Lal, 2014;). Thus, through multiple synergistic mechanisms, agroforestry plays a crucial role in augmenting the natural capacity of landscapes to effectively manage and retain water.

CONCLUSION

There is increasing interest among scientists and practitioners in nexus concept to simultaneously examine interactions among multiple sectors since well implemented nexus approaches have the potential to reduce negative surprises and promote integrated planning, management and governance. Although ESS concept is highlighted in various conventions, river basin management plans, disaster risk reduction framework, UN agencies reports and resolutions, deliberation on different definitions or sectorial terminology by ignoring essence very likely will decrease their acceptance by practitioners, despite of fact that measures based on improved ESS have been applied for centuries. To avoid misuse and abuse any concept based on ESS should not be advocated as an innovative new approach that provide solution for all problems. Proposed nexus constituents (IWRM and AF ESS) contribution of in tackling global challenges is documented in literature and supports more complex nexuses due to water and food significance for human society. Although the number of nexus constituents and respectively studies have increased, the evidence-based benefits that are quantified at the local level are scarce, accompanied with lack of the framework methodology for constituents 'selection and weight to assess priorities and applicability to generate well well-adjusted sectoral synergies and decision-making process with respect to natural resources management. There is a rationale to weight constituents and downscale complex nexus, like Water-Food-Energy-Ecosystem Nexus, prior to detailed assessment and conclusions. More research that generate quantification of the nexus from the natural features, hydrological regime and stakeholders and sectoral perspective will illuminate the real SDGs targets at the local level.

Acknowledgement

The authors are grateful for support from the project "Bringing Excellence to Transformative Engaged Research in Life Sciences through Integrated Digital Centres - BETTER life" (grant No. 101071314).

REFERENCES

- [1] Abbas, F., Hammad, H. M., Fahad, S., Cerdà, A., Rizwan, M., Farhad, W., Bakhat, H. F. (2017). Agroforestry: a sustainable environmental practice for carbon sequestration under the climate change scenarios - a review. *ESPR*, 24, 11177-11191.
- [2] Carmona-Moreno, C., Dondelnaz, C., Biedler, M. (Eds.). (2019). Position Paper on Water, Energy, Food and Ecosystems (WEFE) Nexus and Sustainable Development Goals (SDGs). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- [3] Castle, S. E., Miller, D. C., Merten, N., Ordonez, P. J., Baylis, K. (2022). Evidence for the impacts of agroforestry on ecosystem services and human well-being in high-income countries: a systematic map. *Environmental Evidence*, 11(1), p.10.
- [4] Dhiman, B., Thakur, N., Khan, A., Sharma, S. Kritika. (2024). Agroforestry: A Pathway to Attain Sustainable Development Goals. *Vigyan Varta*, 5 (4), 279-283.
- [5] Dimkić, M., Brauch, H.J., Kavanaugh, M. (2008). *Groundwater Management in Large River Basins*, Published by IWA Publishing, London, UK, p.706.
- [6] European Commission, Directorate-General for Environment (EU DGENV), Jaritt, N., Williams, Hanus, A., et al. (2016). A guide to support the selection, design and implementation of natural water retention measures in Europe: capturing the multiple benefits of nature-based solutions. Publications Office. Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2779/761211> (Accessed:2024-04-15).
- [7] Falkowski, T. B., Diemont, S. A. (2021). Cultural ecosystem services in agroforests. In: Udawatta, R.P., Jose, S. (eds), *Agroforestry and Ecosystem Services*. Springer, Cham, pp. 361-387.
- [8] FAO (2011). Climate change, water and food security. FAO Water Reports No. 36. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [9] FAO (2014). The Water-Energy-Food Nexus A new approach in support of food security and sustainable agriculture. Issue Paper, Publisher Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available online: [https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/86fe97cc-4a38-4511-a37f-8eb8ea8fe941/content\(18.04.2024\)](https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/86fe97cc-4a38-4511-a37f-8eb8ea8fe941/content(18.04.2024)).
- [10] Hemel, S. A. K., Hasan, M. K., Akter, R., Roshni, N. A., Sayem, A., Rasul, S., Islam, M. T. (2024). Delving into Piper chaba-based agroforestry system in northern Bangladesh: ecosystem services, environmental benefits, and potential conservation initiatives. *Trees Forest People*, 16, 100523.
- [11] <https://www.merriam-webster.com/word-of-the-day/nexus-2017-02-07>
- [12] <https://www.nwrm.eu/measures-catalogue>
- [13] Janzen, S., Balzer, J., Merk, F., Eberle, C., Chabi, A., Walz, Y. (2024). Moving towards a comprehensive evaluation of ecosystem-based

- disaster risk reduction: The example of agroforestry for flood risk reduction. *Nature-Based Solutions*, 5, 100-104.
- [14] Jose, S. (2009). *Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview* (pp. 1-10). Springer, Dordrecht.
- [15] Jose, S., Udawatta, R.P. (2021). Agroforestry for Ecosystem Services: An Introduction. In: Udawatta, R.P., Jose, S. (eds), *Agroforestry and Ecosystem Services*. Springer, Cham.
- [16] Katusiime, J., Schütt, B. (2020). Integrated water resources management approaches to improve water resources governance. *Water*, 12(12), 3424.
- [17] Khan, M.S.I. (2020). Supporting Ecosystem Services: Concepts and Linkages to Sustainability. In: Leal Filho, W., Azul, A., Brandli, L., Lange Salvia, A., Wall, T. (eds), *Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham.
- [18] Kumar, A., Hasanain, M., Singh, R., Verma, G., Meena, D. K., Mishra, F. R. (2020). Role of agroforestry measures for soil and water conservation. *Food and Scientific Reports*, 1, 49-52.
- [19] Kuyah, S., Öborn, I., Jonsson, M. (2017). Regulating ecosystem services delivered in agroforestry systems. *Agroforestry: Anecdotal to modern science*, pp 797-815.
- [20] Liu, J., Hull, V., Godfray, H. C. J., Tilman, D., Gleick, P., Hoff, H., Pahl-Wostl, C., Xu, Z., Chung, M. G., Sun, J., Li, S. (2018). Nexus approaches to global sustainable development. *Nat Sustain.*, 1(9), 466-476.
- [21] Lorenz, K., & Lal, R. (2014). Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 34, 443-454.
- [22] Matić, B. B. (2019). Uticaj režima padavina na retencioni kapacitet i upravljanje vodama na slivu. Doctoral dissertation, University of Novi Sad (Serbia).
- [23] Matić, B. B., Karleuša, B. (2020). Stakeholders' contribution to sustainable development goal 6 targets - cross-border drinking water resources management perspective. *Environ. Sci. Proc.*, 2(1), 2012.
- [24] Matić, B., Simić, Z. (2017). Prospects for sustainable water resources management within the River Djetinja catchment. *European Water*, 60, 55-60.
- [25] Mayfield, C.I., Grover, V.I. and Daley, R.J.(2004) The United Nations Water Virtual Learning Centre: a flexible distance learning Programme for integrated water resources management. *Global Environmental Change – Part A*, 13(4), 331-318.
- [26] Network, A. (2018). *Achieving the global goals through agroforestry*. Agroforestry Network and VI-Skogen, Stockholm.
- [27] Pavlidis, G., Tsihrintzis, V. A. (2018). Environmental benefits and control of pollution to surface water and groundwater by agroforestry systems: a review. *Water Resour. Manag.*, 32, 1-29.
- [28] Raj, A., Jhariya, M. K., Yadav, D. K., Banerjee, A., Meena, R. S. (2019). Agroforestry: a holistic approach for agricultural sustainability. *Sustainable agriculture, forest and environmental management*, pp.101-131.
- [29] Udawatta, R. P., Gantzer, C. J. (2022). Soil and water ecosystem services of agroforestry. *J. Soil Water Conserv.*, 77(1), 5A-11A.
- [30] Udawatta, R. P., Garrett, H. E., Kallenbach, R. (2011). Agroforestry buffers for nonpoint source pollution reductions from agricultural watersheds. *J. Environ. Qual.*, 40(3), 800-806.
- [31] UNECE (2015) Reconciling resource uses in transboundary basins: assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus. Printed at United Nations, Geneva. Available from: https://unece.org/DAM/env/water/publications/WAT_46_Nexus/ece_mp.wat_46_eng.pdf (15.04.2024)
- [32] van Noordwijk, M. (2021). Agroforestry-based ecosystem services: Reconciling values of humans and nature in sustainable development. *Land*, 10 (7), 699.
- [33] Wostl-Pahl, C., Pavel Kabat, P., Jörn Möltgen, J. (Eds.) (2008). *Adaptive and Integrated Water Management Coping with Complexity and Uncertainty*. Springer, Berlin - Heidelberg - New York, p. 437.

Иновативна решења у спровођењу зелене агенде у Србији на примеру пројекта „Зелено плава Србија“ у функцији одрживог пошумљавања, неге шума и здраве животне средине

Innovative solutions in the implementation of the green agenda in Serbia on the example of the project “Green Blue Serbia” in the function of sustainable forestry, forest care and healthy environment

Звонимир Баковић^{1}, Владимир Васић², Марко Казимировић³, Братислав Кисин⁴, Гордана Јанчић⁵ /*

Zvonimir Baković^{4}, Vladimir Vasić², Marko Kazimirović³, Bratislav Kisin⁴, Gordana Jančić⁵*

^{1,2,4,5}ЈП „Србијашуме“, Булевар Михаила Пупина 113, Нови Београд, Србија / SE “Srbijasume“, M. Pupin Boulevard 113, New Belgrade, Serbia

³Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, Београд, Србија / University of Belgrade, Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, Belgrade; Serbia

*Аутор за преписку / Corresponding author

Рад примљен / Received: 27.08.2024, Рад прихваћен / Accepted: 12.09.2024.

Сажетак: Циљ овог рада је да се на примеру добре праксе покаже начин коришћења зелених климатских фондова у оквиру пројекта „ЕУ за зелену агенду у Србији“ - Изазов за иновативна решења у области обнове шумских екосистема и озелењавања. Такође рад ће извршити анализу међународне, међусекторске, унутарсекторске и институционалне сарадње, током израде и реализације пројекта и дати препоруку за њено унапређење. Пројекат „Зелено плава Србија“ је покренут уз подршку Европске уније и у партнерству с Министарством заштите животне средине, Шведском агенцијом за међународни развој и сарадњу (SIDA) и Европском инвестиционом банком (EIB), Швајцарском амбасадом, а под покровитељством Програма Уједињених нација за развој (UNDP). Реализован је од стране Јавно водопривредно предузеће (ЈВП) „Србијаводе“, Јавно предузеће за газдовање шумама (ЈП) „Србијашуме“ као водећих партнера на пројекту, на коме су учествовали Шумарски факултет – Универзитета у Београду и Европски покрета у Србији – Лесковац. Такође у раду су дата и иновативна решења која су се спроводила у оквиру Пројекта, на пошумљавању на деградираним и ерозијом угроженим стаништима у сливовима река Јабланице, Власине и Пчиње, али и приказани различити начини извођења радова на нези шума. Рад обрађује и тему одрживог регионалног развоја Србије, јер су пројектни циљеви били усмерени ка територијама Јабланичког, Пчињског и Пиротског округа. У раду се посебно обрађује део који се односи на едукацију младих јер су кроз пројекат одржана бројна предавања за више од 400 младих из 18 школа с Југа Србије и завршна конференција у Привредној комори Србије у Лесковцу, што је додатно побудило интресовање младих људи за животну средину.

Кључне речи: зелена агенда у Србији, пошумљавање, нега шума, заштита животне средине, одрживи развој.

¹orcid.org/0000-0002-4287-2355, e-mail: zvonimir.bakovic@srbijasume.rs

²orcid.org/0000-0002-0637-2599, e-mail: vladimir.vasic@srbijasume.rs

³orcid.org/0000-0001-7088-8939, e-mail: marko.kazimirovic@sfb.bg.ac.rs

⁴orcid.org/0000-0002-5300-6030, e-mail: bratislav.kisin@srbijasume.rs

⁵orcid.org/0000-0003-1934-8261, e-mail: gordana.jancic@srbijasume.rs

Abstract: The aim of this work is to show, on the example of good practice, the way of using green climate funds within the project "EU for the Green Agenda in Serbia" - Challenge for innovative solutions in the field of restoration of forest ecosystems and reforestation. The paper will also analyze the international, intersectoral, intrasectoral and institutional cooperation during the development and realization of the project and give a recommendation for its improvement. The "Green Blue Serbia" project was launched with the support of the European Union and in partnership with the Ministry of Environmental Protection, the Swedish Agency for International Development and Cooperation (SIDA) and the European Investment Bank (EIB), the Swiss Embassy, and under the sponsorship of UNDP. It was implemented by SVE Srbijavoda", SE Srbijašuma" as leading partners in the project, in which the Faculty of Forestry - University of Belgrade and the European Movement in Serbia - Leskovac participated. The paper also presents innovative solutions which were implemented as part of the Project on reforestation of degraded and erosion-endangered habitats in the Jablanica, Vlasina and Pčinja river basins, as well as different ways of carrying out works on forest care. The paper also deals with the topic of sustainable regional development of Serbia, because the project goals were aimed at the territories of Jablanica, Pčinja and Pirotdistricts. The paper specifically deals with the part related to the education of young people, because through the project, numerous performances were held for more than 400 young people from 18 schools from the South of Serbia and the final conference at the Chamber of Commerce of Serbia in Leskovac, which additionally aroused the interest of young people for the environment. .

Key words: green economy in Serbia, afforestation, forest care, environmental protection, sustainable development.

УВОД / INTRODUCTION

Република Србије се налази у процесу приступања Европској унији, а европске интеграције и чланство у њој су национални интерес и стратешко опредељење. Један од највећих изазова на том путу везан је за постизање напретка у спровођењу Поглавља 27. о животној средини, односно Кластера 4. Предуслов за то је доследно спровођење Декларације из Софије о Зеленој агенди за западни Балкан, односно пратећег Акционог плана (2021-2030). Суштински искорак у том смислу представљаће испуњење обавезе на плану заштите природе и биодиверзитета, одрживом планирању и газдовању шумама, а посебно одрживом пошумљавању с акцентом у конкретном случају на противерозивно пошумљавање подручја у региону јужне и источне Србије.

Уз подршку Европске уније и у партнерству с Министарством заштите животне средине, Шведском агенцијом за међународни развој и сарадњу (SIDA) и Европском инвестиционом банком (EIB), Програм Уједињених нација за развој (UNDP) је упутио јавни позив: „Изазов за иновативна решења: Шуме и зелена инфраструктура за унапређење природних вредности и отпорности на климатске промене“.

Позив је имао за циљ да „...подржи спровођење иновативних идеја које ће допринети унапређењу зелене инфраструктуре и шумовитости у циљу обнове и очувања екосистема и екосистемских услуга и јачања отпорности на природне катастрофе и екстремне временске прилике изазване променама климе на територији којом управљају. Реализација ових идеја допринеће здравијем окружењу и убрзати зелену

трансформацију привреде и друштва, односно спровођење Зелене агенде у Србији“ (Кораћ и др., 2022).

Партнери на Пројекту „Зелено плава Србија“ су овај позив видели као добру шансу за унапређење екологије и подизање свести о значају вода и шума, као и значају гајења шума с акцентом на радове на нези шума у Србији. Анализом јавног позива партнери на пројекту су препознали значај организације цивилног друштва, која је била веома важан чинилац за потребе дефинисања пројектних циљева, мера за њихово спровођење, његову реализацију, промоцију и др. Организација цивилног друштва, захваљујући свом знању и практичном искуству, је помогла у остваривању специфичних и амбициозних пројектних циљева. Њен допринос у том смислу посебно је био важан на пољу одржавања интерактивних еколошких радионица по школама у региону јужне и источне Србије. На овај начин су кроз пројекат, између осталог постигнута два циља: едукација младих о значају шума, пошумљавања, значају неге шума, значају очувања вода и шума и саме природе уопште, али смо на другој страни у одржавање еколошких радионица укључили све релевантне локалне самоуправе и доносиоце одлука и самим тим их на неки начин укључили у сам пројекат. Тако су представници локалних самоуправа и народ на локалу, били директно информисани о самом пројекту, његовим резултатима и препорукама за праксу, науку али и за друштво у целини.

„У данашњем, глобализованом свету, када традиционална подела улога између академског, јавног, пословног и цивилног сектора више није применљива, а одговорност за општи интерес постаје заједничка, сарадња и партнерство су

једини пут ка одрживости“ (Глигоријевић, 2023). Пројекат „Зелено плава Србија“ је управо то показао и изнедрио један нови ниво међународне, међусекторске, унутарсекторске и институционалне сарадње, током његове израде и реализације.

Заштита земљишта од ерозије је један од императива савременог, одрживог планирања и газдовања шумама. У том смислу борба против деградације земљишта и обнављање деградираних земљишта укључује одрживу производњу хране, побољшано одрживо управљање шумама, управљање органским угљеником у земљишту, очување екосистема и обнављање земљишта, смањено крчење шума (ограничено спровођење чистих сеча) и смањену деградацију. Успостављање вештачки подинутих састојина (ВПС) на нагнутим теренима је неопходна мера, јер смањује продукцију наноса на сливу и његову количину у хидрографској мрежи. ВПС поред директног задржавања наноса, у великој мери смањују или потпуно елиминишу кретање полутаната, који се везују за честице наноса (продукти суве и влажне депозиције аеро-полутаната, пестициди, органска и неорганска ђубрива). У том смислу кроз Пројекат „Зелено плава Србија“ планирано је класично пошумљавање деградираних површина и иновативно противерозионо пошумљавање на елипсе и у функцији заштите земљишта од ерозије и заштите вода. „Да би се могла применити савремена научна достигнућа (инострана и домаћа) а у склопу интегралног планирања и газдовања шумама у Србији, потребно је темељно познавање карактеристика шуме“ (Баковић, 2018). Ово посебно добија на значају када се на истом простору жели осигурати већи број општекорисних функција шума (заштита од ерозије, заштита вода, складиштење угљеника, смањење површинског отицаја и др).

„Зелена инфраструктура обухвата развој и планирање мрежа повезаних мултифункционалних зелених површина које доприносе заштити природних станишта и биодиверзитета, омогућавају одговор на климатске промене и друге промене биосфере, омогућавају виши ниво одрживости и здравији начин живота, унапређују животност простора у граду и опште благостање, побољшавају доступност кључних рекреативних и природних целина, подршка су урбаној и руралној економији и део су дугорочног процеса планирања зелених површина и коридора.“ (Countryside Agency, 2006). Пројекат „Зелено плава Србија“ је директно подржао концепт зелене инфраструктуре, а посебно је допринео и

доприносиће: заштити природних станишта, заштити земљишта од ерозије, заштити вода (с акцентом на воде које служе за водоснабдевање локалног становништва), а на другој страни ће бити подршка руралним али и урбаним срединама у ширем региону јужне и источне Србије, јер су пројектни циљеви били усмерени ка територијама Јабланичког, Пчињског и Пиротског округа. Такође треба имати у виду да су „шуме један од најсложенијих динамичких система у природи, сачињен од узјамно повезаних и условљених делова...“ (Баковић, 1996).

Извесно је, да је зелена инфраструктура за ЕУ постала значајније шири концепт од оног у USA. Овај пројекат са својим јасним, мерљивим, специфичним и реализованим циљевима је директно допринео да се за зелену инфраструктуру више и даље чује у Србији, а такође је позитивно утицао и на њену видљивост.

1. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ / MATERIALS AND METHODS

У раду је извршена анализа Јавног позива: „Изазов за иновативна решења: Шуме и зелена инфраструктура за унапређење природних вредности и отпорности на климатске промене“.

Такође је извршена анализа самог планирања, израде, управљања и реализације Пројекта „Зелено плава Србија“ као и његова садржина. За истраживање су коришћени Извештаји за гајење шума (месечни, квартални и годишњи) као и анализа Годишњег програма пословања (ГПП) ЈП „Србијашуме“ за 2023. годину који је усвојен од стране Владе Републике Србије, а имајући у виду чињеницу да су сви објекти који су били у пројекту били и његов саставни део. Извршена је анализа и свих Извођачких пројеката газдовања шумама (ИПГШ), јер сваки објекат који је био предвиђен Пројектом „Зелено плава Србија“, оперативно плански је био претпостављен и кроз овај ниво планске равни. У раду су коришћени и сви извештаји с еколошких радионица које су одржане по школама у региону јужне и источне Србије као и материјал са Завршне конференције: Концепт Пројекта „Зелено плава Србија“, која је одржана у организацији Привредне Коморе Србије, Регионалне привредне коморе Јабланичког и Пчињског управног округа у Лесковцу.

Након анализе и обраде података, на основу истраживања, изведени су закључци уз примену индуктивно-дедуктивних метода закључивања и метода закључивања по аналогији.

2. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА / RESULTS AND DISCUSSION

Након јавног позива који је у другом кварталу 2024. године упутио UNDP под називом: „Изазов за иновативна решења: Шуме и зелена инфраструктура за унапређење природних вредности и отпорности на климатске промене“, ЈВП „Србија-воде“ Београд и ЈП „Србијашуме“ су увидели могућност мултидисциплинарне сарадње. Договорно су покренули иницијативу за склапање водећег партнерства између институција јавног сектора: ЈВП „Србијаводе“ и ЈП „Србијашуме“, али и партнерства с научном институцијом: „Шумарски факултет“ – Универзитет у Београду и организацијом цивилног сектора: невладиног организацијом Европски покрет у Србији (Лесковац) - ЕПУСЛес. Примарни разлог за удруживање је био међусекторска сарадња у оквиру институција под Министарством пољопривреде, шумарства и водопривреде за постизање заједничког циља у реализацији пројекта на озелењавању површина у јавној својини уз активно учешће и допринос научне институције и цивилног сектора.

Основне идеје Пројекта „Зелено плава Србија“ биле су да се:

- искористити расположива техничка документација која третира противерозивно уређење сливова, уређење водотока и заштита од штетног дејства вода, извођење заштитних радова с акцентом на биолошке и биотехничке радове;
- радови на озелењавању изводе на површинама у јавној својини којима газдује ЈП „Србијашуме“ Београд, а све на основу важеће планске документације – Основа газдовања шумама (ОГШ) и ИПГШ, а за потребе реализације планова гајења шума с акцентом на радове на нези шума у функцији унапређења заштитних шума на датом простору;
- научна институција Шумарски факултет Универзитета у Београду са ЈП „Србијашуме“ укључи у процес дефинисања најбољег избора технике пошумљавања

у складу с изазовима које доносе климатске промене, уз развијање апликације за праћење изведених радова и формирање базе података кроз водопривредни информациона систем;

- удружење цивилног друштва ангажује на подизању свести код младих о важности озелењавања предела кроз програм едукације на тему климатске паметне локализације, укључујући примену принципа родне равноправности.

„Услуге природе, односно екосистемске услуге, се дефинишу као директне и индиректне користи који природни и природи-блиски екосистеми пружају друштву и заједницама. Услуге природе заправо омогућавају опстанак људи и обезбеђују квалитет живота. Природни и природи-блиски екосистеми укључују, између осталих, природне и вештачки подигнуте шумске екосистеме, влажна шумска станишта, агрошумске системе, велике градске паркове, туристичке руте, линијско зеленило и сл. (Ризнић и др., 2024). Уколико је овим елементима омогућено природно функционисање, они пружају чистији ваздух, ублажавају ефекте топлотних острва, смањују поплаве, пружају склониште за врсте живог света и омогућавају физичко и ментално благостање савременог човека“ (Влада РС, ЕУ, UNDP, SIDA, 2022). „Одрживо управљање природним вредностима, очување природне равнотеже, разноврсности и повећање квалитета животне средине је императив савременог друштва“ (Баковић, 2013).

Пројекат „Зелено плава Србија“ је пружио друштву у целини а посебно локалним заједницама екосистемске услуге. Он је обухватао објекте којима газдује ЈП „Србијашуме“ (њима планира, чува, управља) преко своја три шумска газдинства:

- ШГ „Пирот“ - Пирот,
- ШГ „Врање“ - Врање,
- ШГ „Шума“ - Лесковац.

У структури радова били су обухваћени радови на пошумљавању и радови на гајењу шума – нези шума, а како стоји у табели 1.

Табела 1: Планирани и изведени радови на Пројекту „Зелено плава Србија“
Table 1: Planned and executed works on the Project "Green Blue Serbia"

Вид рада	Површина (ha)	Вредност (din)
вештачко пошумљавање голети	49,58	13.439.601
мелиорације	7,70	1.956.654
чишћење у младим културама	36,16	1.356.145
сеча избојака и уклањање корова машински	1,24	38.635
попуњавање вештачки подигнутих култура садњом	2,43	489.533
УКУПНО	97,11	17.280.567

Пошумљавање деградираних површина са-стоји се из четири основне фазе рада. Свака фаза за себе представља засебну техничко-техноло-шку целину:

- комплетна припрема терена за пошум-љавање,
- припрема и обрада места за садњу,
- садња,

- спровођење биолошко-узгојних радова након извршених пошумљавања.

Подизање заштитних шума, односно пошум-љавање у циљу заштите земљишта од ерозије и заштите вода, извођење радова на гајењу шума – нези шума вршено је на површинама којима газдује ЈП „Србијашуме“, преко своја три шумска газдинства у 10 Газдинских јединица и 14 обје-ката, а како је приказано у табели 2.

Табела 2: Пројекат „Зелено плава Србија“, приказ по ШГ, ГЈ, објектима и видовима радова
Table 2: "Green Blue Serbia" project, presentation by forestries, economic units, facilities and types of works

Објекат из пројекта „Зелено плава Србија“					
ШГ	ГЈ	Одељење	Одсек	Врста рада	Површина (ha)
Врање	Трговиште	40	а	Чишћење у младим културама	7,01
Лесковац	Горња Јабланица	8	с	Чишћење у младим културама	4,81
Лесковац	Букова Глава - Чобанац	14	d	Сеча избојака и уклањање корова машински	1,24
Лесковац	Горња Власина	105	b	Чишћење у младим културама	2,60
Лесковац	Горња Власина	106	с	Чишћење у младим културама	4,84
Лесковац	Горња Власина	106	с	Чишћење у младим културама	7,07
Лесковац	Горња Власина	107	с	Чишћење у младим културама	5,10
Пирот	Тегошница	26	с	Чишћење у младим културама	4,73
Пирот	Рњос	4	6	Вештачко пош. голети и обешумљених површина	11,32
Пирот	Рњос	4	7	Попуњавање вештачки подигнутих култура садњом	2,43
Пирот	Завој	15	1	Пошумљавање	16,20
Врање	Петрова Гора	51	3	Пошумљавање	6,50
Врање	Драговишница	85	а	Мелиорација	7,70
Лесковац	Свети Јован	3	5	Пошумљавање	15,56
Укупно пошумљавње					37,40
Укупно гајење – нега шума					59,71
УКУПНО Пројекат „Зелено плава Србија“					97,11

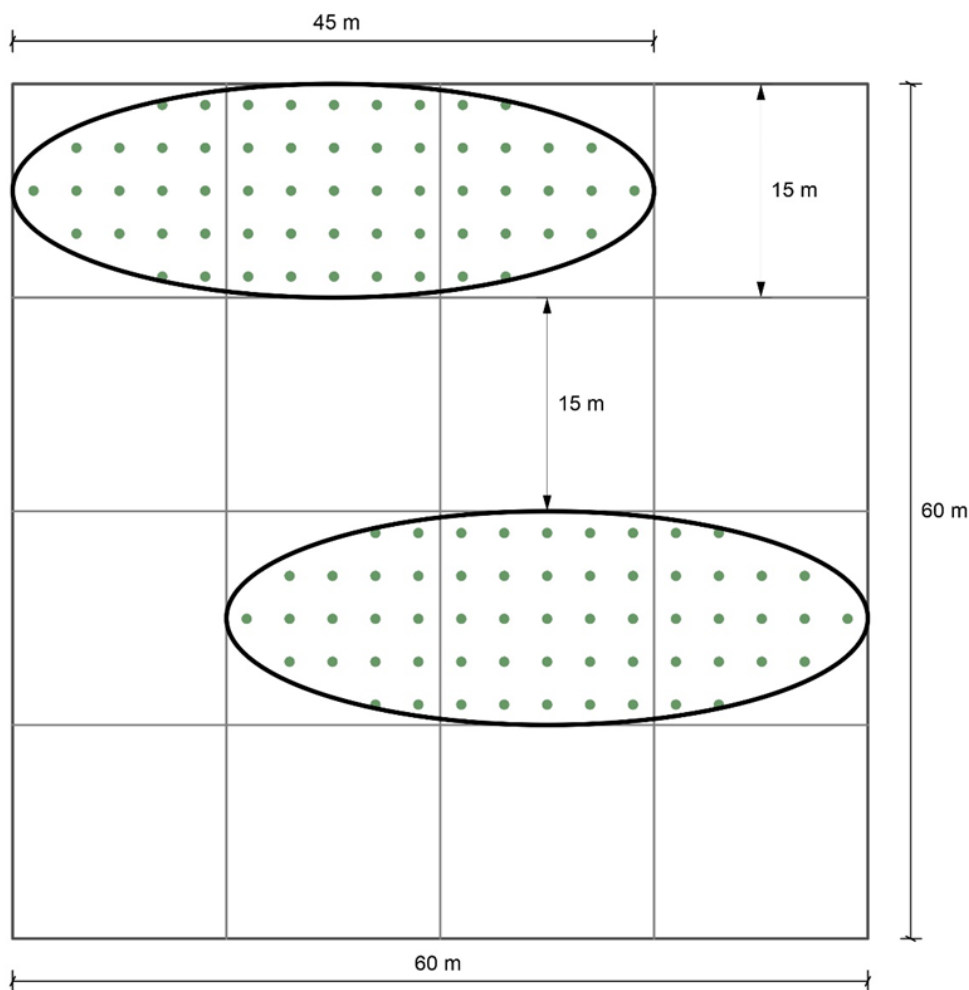
Противерозионо пошумљавање на елипсе

Пројекат „Зелено плава Србија“ је планирао и реализовао на терену противерозионо пошум-љавање на елипсе - елипсаста форма засада. Пошумљавање на елипсе представља иноватив-ни приступ антиерозионом пошумљавању теш-ких терена. Пошумљавање на елипсе има више предности у односу на уобичајени (класични) начин пошумљавања, као што су:

- 1) значајно мањи утрошак садног материјала,
- 2) мањи број потребне радне снаге (мале специјализоване јединице од 3-4 радника),
- 3) спречавање лаког ширења пожара услед размака између две елипсе од најмање 25 m. Уколико теренски услови не допуштају форми-рање правилних елипси (једра стена на површини терена; вододерине; изоловани комади стена) могуће је одступање од задате форме, али само

на такав начин да се оствари максималан про-тиверозиони ефекат. Карактеристично је да се саднице у следећем реду постављају на поло-вини растојања између садница у референтном реду (цик-цак распоред), (шема 1). Предвиђен је размак између редова и садница од 3,0 метра. У овој варијанти 1 хектар се третира с 340 садница. Ова техника пошумљавања се користи код остваривања противерозионе заштите локали-тета под великим нагибима и екстремним ста-нишним условима.

Значај оснивања нових шума за човека је вишеструк. „Есенцијално корисни учинци шум-ских екосистема манифестују се кроз снабде-вање планете дрветом као енергентом и гра-дивним материјалом највеће еколошке ефикас-ности, али и кроз апсорпцију угљеника у дуго-вечну органску супстанцу“, (Баковић и др., 2015).



Шема 1: Пошумљавање на елипсе (Половина, 2023)
Scheme 1: Ellipse reforestation (Polovina, 2023)

Стручан надзор на извођењу радова су вршили пројектни тимови партнера на пројекту, али и стручне службе шумских газдинстава, што је осигурало да се пројекат реализује по дефинисаним циљевима, у складу с претпостављеним смерницама и у дефинисаној динамици извођења радова.

Јачања зелене свести „ЗЕЛЕНО ЈЕ КУЛ!“

Програм јачања зелене свести је био намењен ученицима основних и средњих школа из Јабланичког, Пчињског и Нишавског округа, заинтересованим да унапреде своје еколошке компетенције кроз похађање радионице из циклуса едукативних радионица изведених под заједничким називом „ЗЕЛЕНО ЈЕ КУЛ!“ у оквиру пројектне активности „Изградња зелене свести“.

Спроведен програм изградње зелене свести је планиран и реализован у 9 школа, на територији 6 општина, кроз 18 радионица и то:

1) ОШ „Вук Караџић“ – Пирот;

2) ОШ „8 септембар“ – Пирот;

3) Економска школа „Ђука Динић“ – Лесковац;

4) Медицинска школа – Лесковац;

5) ТШ „Вожд Карађорђе“ – Лебане;

6) Гимназија „Стеван Јаковљевић“ – Власотинце;

7) Техничка школа – Власотинце;

8) ТШ „Бошко Крстић“ – Бојник, и

9) Гимназија „Светозар Марковић“ – Сурдулица.

Сам сценарио радионице „ЗЕЛЕНО ЈЕ КУЛ!“ је био, да су предавачи, гост радионице и полазници заједнички развијали знање, вештине и ставове за практиковање еколошки прихватљивог понашања. На радионицама су посебно обрађивани основни еколошки појмови: 1. одрживи развој; 2. животна средина; 3. природа; 4. екосистем; 5. биоценоза; 6. услуге екосистема;

7. биодиверзитет, али и појмови еколошке етике: 1. еколошке културе и 2. еколошке свести.

Пројектовање буџета Пројекта „Зелено плава Србија“

Израда буџета Пројекта „Зелено плава Србија“ била је веома комплексна уважавајући број учесника, ниво институционалне сарадње (међународне и домаће институције), изворе

финансирања (UNDP 30% буџета, остатак ЈВП „Србијаводе“ и ЈП „Србијашуме“)

Да би се успешно управљало пројектом било је потребно осигурати да пројекат буде реализован на време, у оквиру планираног буџета испуњавајући договорени опсег и дефинисане захтеве за квалитетом, како је приказано у табели 3.

Табела 3: Образац структуре цена по активностима из пројекта
Table 3: Price structure pattern by project activities

Ред. број	Активност	Опис активности	Износ (дин) без ПДВ-а
Активност 1:			
1	1.1. Дефинисање конкретних површина за пошумљавање из техничке документације	Издавање површина за пошумљавање на којима је могуће извршити пошумљавање или попуњавање са дефинисањем катастарске парцеле и површине у ха из техничке документације .	
2	1.2. Дефинисање конкретних површина за пошумљавање на основу планске документације ЈП СРБИЈАШУМЕ	Издавање површина за пошумљавање на којима је могуће извршити пошумљавање или попуњавање са дефинисањем катастарске парцеле и површине у ха за садњу из планске документације .	
3	1.3. Дефинисање површина за пошумљавање техником „на елипсе“	Издавање конкретних површина за пошумљавање техником "на елипсе" из површина дефинисаних у активностима 1.1 и 1.2;	753.480,00
4	1.4. Одабир врста и провенијенција за пошумљавање класичном техником пошумљавања и техником на елипсе	Извршити одабир врста за пошумљавање класичном техником пошумљавања и техником на елипсе сходно условима локације (нагиб, експозиција, начин коришћења околног земљишта).	322.920,00
5	1.5. Дефинисање услова за креирање дигиталне платформе за пошумљавање ерозионих површина	Дефинисати услове који подразумевају сакупљање релевантних информација као што су квалитативне и квантитативне карактеристике вегетације која је коришћена за пошумљавање, број садница по хектару, висина саднице, школованост саме саднице и услове средине.	143.520,00
6	1.6. Анализа могућности и услова за успостављање Quadruple Helix модела у области развоја зелене инфраструктуре	Сагледати могућности и услове за примену концепта четвороструког партнерства (јавне институције, научне институције, привреда, цивилни сектор) у функцији развоја зелене инфраструктуре. Формулисати препоруке за коришћење сагледаних могућности и одредити услове које је потребно створити, да би се могле остварити могуће социјалне и економске користи од развоја зелене инфраструктуре.	239.200,00
Активност 2:			
7	2.1. Комплетна припрема површина за пошумљавање/попуњавање и примену узгојних мера и радови на садњи	Реконструкција приступних путева до површине намењене за пошумљавање/попуњавање и спровођење узгојних мера (3-4км ²) Вештачко пошумљавање голети и обешумљених површина. Чишћење у младим културама на. Сеча избојака и уклањање корова машински. Окопавање и прашење у културама. Попуњавање вештачки подигнутих култура садњом.	18.480.567,00
10	2.3. Успостављање базе података и дигиталне платформе	Омогућити корисницима да путем интернета имају увид, да процесуирају или модификују просторне податке који се чувају на серверу. У конкретном случају користеће се векторска и растерска база података.	578.080,00
10	2.4. Изградња зелене свести	Израда Програма јачања зелене свести код локалне омладине, са фокусом на Зелену агенду за Западни Балкан и Акциони план (циклус од 18 радионица у 6 општина Јабланичког и Гнињског округа) на којим се реализује пројектна интервенција). Реализација Програма/извођење 18 радионица са по 20 средњошколаца.	846.000,00
Активност 3:			
11	3.1. Афирмативно-промотивна кампања	Израда Плана афирмативно-промотивне кампање. Реализација Плана афирмативно-промотивне кампање- завршна конференција	114.400,00
УКУПНО:			21.478.167,00

Буџет пројекта је детаљно разрађен, а у претходној табели је дат део тих детаља, из које се види да су у њему били описани финансијски трошкови за одређене активности које су биле груписане у три сегмента. Буџет пројекта је један од кључних документа неопходних за његову реализацију, а који је прецизно испланирао све трошкове неопходне за успешно спровођење пројекта. Он је послужио као темељ за управљање финансијама током свих фаза пројекта и

пружио транспарентност и контролу над трошковима али и над фазама његове реализације.

ЗАКЉУЧАК / CONCLUSION

Пројекат „Зелено плава Србија“ покренут је у оквиру Програма Уједињених нација за развој у Србији, уз подршку Европске уније, Шведске и Швајцарске, у партнерству с Министарством заштите животне средине и у сарадњи с Европском инвестиционом банком, а реализован је од

стране ЈВП „Србијаводе“, ЈП „Србијашуме“, Шумарског факултета Универзитета у Београду и Европског покрета у Србији – Лесковац.

Водећи партнери на Пројекту „Зелено плава Србија“, су били ЈВП „Србијаводе“ и ЈП „Србијашуме“, а партнери: Шумарски факултет Универзитета у Београду и невладина организација цивилног сектора: Европски покрет у Србији (Лесковац). Партнери на пројекту су заједнички осмислили и успешно применили и реализовали Пројекат. Он представља оригиналан, иновативан, међусекторски и одржив модел ангажовања организација јавног сектора, научних институција и институција цивилног друштва у функцији спровођења Зелене агенде за Западни Балкан кроз пошумљавање и гајење шума с акцентом на негу шума на ширем подручју у региону јужне и источне Србије.

Пројекат је доказао и потврдио успешну мултидисциплинарну и међународну сарадњу.

Пројекат је пример добре праксе и успешне међусекторске сарадње у оквиру институција под Министарством пољопривреде, шумарства и водопривреде за постизање заједничког циља у реализацији пројекта на пошумљавању и гајењу шума у јавној својини уз активно учешће и допринос научне институције и цивилног сектора.

„Пошумљавања и пошумљавања на елипсе у пројекту „Зелено плава Србија“ су изведена на лошијим и углавном деградираним површинама, на већим нагибима и представљала су важну меру у борби против ерозије земљишта“ (Половина, 2023), а посебно су допринела:

- регулисању површинског отицаја,
- заштити земљишта од физичке деградације,
- повећању плодности еродираних површина,
- најрационалнијем коришћењу,
- спречавању транспорта наноса,
- спречавању настанка бујичних поплава,
- заштити вода и др.

Предвиђени обим радова на пошумљавању и гајењу шума на површини од 97,11 ха, је 100% реализован, укључујући и елиптични облик садње који представља иновативан приступ противерозионом пошумљавању тешко доступних терена (терени под великим нагибима и екстремни терени). Елипсаста метода засада има више предности у односу на традиционалне методе пошумљавања (смањење потреба за садним

материјалом, као и људским капацитетима и спречавање лаког ширења пожара).

Удружење цивилног друштва је својим ангажовањем дало немерљив допринос на реализацији пројектних циљева, за потребе подизања свести код младих о важности пошумљавања голети, гајења шума, заштити шума и вода и очувању природе уопште, кроз програм одржаних јавних едукација на тему климатске паметне локализације, укључујући примену принципа родне равноправности.

Идеје на пројекту „Зелено плава Србија“ су биле оригиналне, јасне, препознатљиве и као такве добро објашњене, а циљеви су били у складу с циљевима Јавног позива UNDP.

Пројектним предлогом су испоштовани сви домаћи и међународни прописи.

Реализација пројекта је реализовала веома важну улогу у пружању услуга екосистема с позитивним утицајем на локално становништво, климу, животну средину и повећање биодиверзитета.

У организационом смислу предвиђена мултидисциплинарна сарадња између јавног сектора, научне институције и невладиног сектора је реализована у потпуности.

Партнери на пројекту су правилним управљањем укључили локално становништво у реализацију и промоцију пројекта, што је позитивно утицало на свест младих, све старосне и полне групе о значају очувања и унапређења гајења шума, пошумљавања, заштите вода, заштите земљишта од ерозије и зелене инфраструктуре, као и на побољшање услова живота и отварање нових могућности за маргинализоване друштвене групе. Поред тога, укључивањем невладиног сектора у активност реализације пројекта додатно се утицало на промоцију концепта зелене инфраструктуре.

Партнери на пројекту су током његове реализације показали да поседују релевантне вештине, стручност, искуство и ресурсе за успешну имплементацију пројекта у предвиђеном року.

Приказ трошкова одсликава реално његове активности, а на другој страни осигурава његов квалитет. Пројекат је показао могућност мешовитог буџетирања, што је раритет у условима Србије.

Партнери на Пројекту „Зелено плава Србија“ су оснажили своју приврженост вредностима Зелене агенде и у том смислу, подстакли домаћу

али и инострану јавност сваким заједничким, конкретним искораким који су чинили као одговорни друштвени актери у процесу оживотворења тих вредности.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- [1] Баковић, З. (1996). *Четинарске врсте дрвећа и жбуња на Авали*. Дипломски рад, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- [2] Баковић, З. (2013). Стратешко планирање као интегрални део система планирања у шумарству, *Шумарство*, 1-2, (Удружење шумарских инжењера и техничара Србије и Шумарски факултет, Београд), стр.125-137.
- [3] Баковић, З., Стајић, Б. (2015). Безбедносни, еколошки и економски ризици газдовања државним шумама уз административну линију с АП Косовом и Метохијом, Висока техничка школа струковних студија, Нови Сад, Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду департаман инжењерства животне средине, Министарство рада и социјалне политике Републике Србије, стр. 293-305.
- [4] Баковић, З. (2018). *Уређајне мере за остваривање циљева газдовања шумама у савременим условима*. Докторска дисертација. Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Београд.
- [5] Влада РС, ЕУ, UNDP, SIDA, (2022). ЕУ за Зелено агенду у Србији, Јавни позив - Изазов за иновативна решења: Шуме и зелена инфраструктура за унапређење природних вредности и отпорности на климатске промене.
- [6] Глигоријевић, Н. (2023). *Развојна спирала зеленог партнерства: Механизам успеха*. Пројекат „Зелено плава Србија“, Завршна конференција, ПКС Лесковац.
- [7] Countryside Agency (2006). *Countryside In and Around Towns: The Green Infrastructure of Yorkshire and the Humber*. Countryside Agency, Leeds.
- [8] Кораћ, З., Варга, М., Церовац, М. (2022). Јавни позив: „Изазов за иновативна решења: Шуме и зелена инфраструктура за унапређење природних вредности и отпорности на климатске промене“, Министарство за заштиту животне средине, Европска унија, Шведска агенција за међународни развој и сарадњу (SIDA) и Европска инвестициона банка (EIB) и UNDP. Презентација јавног позива.
- [9] Пројекат „Зелено плава Србија“ (2022). ЈВП „Србијаводе“ и ЈП „Србијашуме“ - водећи партнери, Шумарски Факултет Универзитета у Београду и Европски Покрет у Србији (Лесковац) – партнери на пројекту.
- [10] Половина, С. (2023). *У сусрет „Зелено плавој Србији“*. Иновативна решења у спровођењу Зелене агенде у Србији. Пројекат „Зелено плава Србија“, Завршна конференција, ПКС Лесковац.
- [11] Радоњић, Ј. (2023). *Концепт пројекта „Зелено плава Србија“*. Завршна конференција, ПКС Лесковац.
- [12] Regional Cooperation Council, Co-funded by the European Union (2020). Декларација из Софије о Зеленој агенди за западни Балкан.
- [13] Regional Cooperation Council, Co-funded by the European Union (2021). Акциони план за спровођење Софијске декларације о Зеленој агенди за западни Балкан (2021-2030).
- [14] Riznić, D., Filipović, N.A., Jevtić, A. (2024). Analiza konkurentnosti turističkog proizvoda i adaptacija na klimatske promene, *Ecologica*, 31(114), 165-172. doi:10.18485/ecologica.2024.31.114.7
- [15] Интерна документација Јавног предузећа „Србијашуме“.

Вештачка интелигенција у породично правним поступцима: етичко правни концепт

Artificial intelligence in family law: ethical and legal concept

Анђелка Рачић^{1*}, Боривоје Балтезаревуић² / *Andjelka Račić^{1*}, Borivoje Baltezarević²*

¹Универзитет Мегатренд, Правни факултет, Београд, Србија /
Megatrend University, Faculty of Law, Belgrade, Serbia

²Институт за српску културу, Приштина - Лепосавић, Србија /
Institute for Serbian Culture, Pristina - Leposavić, Serbia

*Аутор за преписку / Corresponding author

Рад примљен / Received: 08.04.2024, Рад прихваћен / Accepted: 20.08.2024.

Сажетак: Вештачка интелигенција је данас саставни део сваког појединца. У последњих неколико година вештачка интелигенција је просперирала. Обављање било које делатности данас је незамисливо без упоришта вештачке интелигенције. Након њене доминације у свету медицине, те учешћем у образовном систему, спонтано је почело да се помиње њена употреба и правном систему. Кренуло се од тога, да би њене предности (поседовање велике базе података у малом, брзом претрагом истих и једноставношћу правне форме) свакако допринеле бржем решавању судских поступка, нарочито у породично правним поступцима. Кренуло се од чињенице да вештачка интелигенција има велики допринос за развој друштва и лакше решавање како једноставних тако и сложених задатих проблема, те се посатвила презумпција да ће самим тим имати допринос и у праву. Након, великог усхићења, пракса је заказала. Једноставном приступу великој бази података, неуке странке су лако биле жртве заблуде, да је сачињен правни посао гарантор правне сигурности. Грешке начињене једноставним избором понуђене форме од стране вештачке интелигенције, а без накнадног консултовања са стручним лицем (адвокатом, парвником) коштале су многоструко више времена и материјалних средстава, него да што би коштала да се на почетку ангажовало стручно лице. Рад се бави питањем дефинисањем вештачке интелигенције, њене примене у породично правном систему Републике Србије с освртом на етичка питања истих, нарочито у домену професионалне одговорности. Такође, дат је осврт и на примену вештачке интелигенције у Сједињеним Америчким Државама.

Кључне речи: вештачка интелигенција, породично право, судски процесни поступак, етика, професионална одговорност.

Abstract: Artificial intelligence is an integral part of every individual today. In the last few years, artificial intelligence has prospered. Carrying out any activity today is unthinkable without the support of artificial intelligence. After its dominance in the world of medicine, and its participation in the educational system, its use in the legal system spontaneously began to be mentioned. It started from the fact that its advantages (having a large database in a small, quick search and the simplicity of the legal form) would certainly contribute to a faster resolution of court proceedings, especially in family law proceedings. It started from the fact that artificial intelligence has a great contribution to the development of society and easier solving of both simple and complex problems, and the presumption was made that it will therefore have a contribution in law. After great excitement, the practice failed. With simple access to a large database, ignorant parties were easily victims of the delusion that a completed legal transaction is a guarantor of legal certainty. Mistakes made by a simple choice of the form offered by the artificial intelligence, without subsequent consultation with an expert (lawyer, lawyer) cost many times more time and material resources than it would have cost if an expert had been hired at the beginning. The paper deals with the issue of defining artificial intelligence, its application in the family legal system of the Republic of Serbia with reference to ethical issues thereof, especially in the domain of professional responsibility. Also, a review was given on the application of artificial intelligence in the United States.

Keywords: artificial intelligence, family law, judicial procedure, ethics, professional responsibility.

¹orcid.org/0000-0003-0917-8633, e-mail: andjelka.racic@gmail.com

²orcid.org/0000-0002-6798-6981, e-mail: baltezb@yahoo.co.uk

УВОД / INTRODUCTION

Породица је објединитељ једног друштва на микро плану. Иако је савремени живот незамислив без ослањања на вештачку интелигенцију, поједина питања, која се превасходно тичу етике и породично правних вредности, као и судских спорова у истим, не могу се ограничити и искључиво ослонити на вештачку интелигенцију.

С тим у вези, основни циљ рада је да покаже да се једино путем традиционалне комуникације, лицем у лице, може изнаћи најбоље решење тамо где доминирају негативне емоције и где питање етичности (људскости) доминира на врху пиједестала професионалног поступања.

У раду су примењене квантитативна и квалитативна метода (писани документи, анализа, синтеза, дедукције из датих мишљења различитих аутора), уз примену дедуктивног облика закључивања.

1. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ /
MATERIALS AND METHODS

Основни предмет истраживања у овом раду су потенцијални резултати коришћења вештачке интелигенције у породично правним односима и питање њихове етичности.

2. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА /
RESULTS AND DISCUSSION

Резултати овог истраживања недвосмислено указују да употреба вештачке интелигенције у породично правним пословима, посебно у сложеним поступцима, не може гарантовати етичност поступања, јер је питање етике искључиво везано за човека као свесно биће. С тим у вези, вештачку интелигенцију треба користити као техничко помагало, али не и као именоватељ правде, правичности и објективности.

2.1. Вештачка интелигенција – појам

Појам вештачке интелигенције је многострук, превасходно у зависности од домена њене примене. Универзално прихваћена дефиниција не постоји.

Према Стратегији развоја вештачке интелигенције у Републици Србији за период 2020-2025. године: „Вештачка интелигенција (ВИ) односи се на системе који показују разумно, интелигентно, понашање на основу анализе свог окружења и доносе одлуке – с одређеним степеном аутономије – да остваре конкретне циљеве. Системи засновани на вештачкој интелигенцији могу бити базирани искључиво на софтверу и деловати у виртуелном свету (на

пример, виртуелни асистенти, софтвери за анализу фотографија, интернет претраживачи, системи за препознавање говора и лица) или могу бити уграђени у уређаје – хардвер (на пример, напредни роботи, аутономна возила, дрони и слично).” Ова дефиниција се може окарактерисати као радна дефиниција за области математике, филозофије, економије, рачунарских наука, биологије и сл.

Када су у питању право и правне науке, вештачка интелигенција се може окарактерисати као адвокат базиран на коришћењу процеса и програма, које обављају компјутерски софтвери дајући резултате за које су потребна практична знања и способности. Дакле, резултат се заснива на употреби механичког знања уз чију помоћ се обрађује систем већег броја података. Како је право жива наука, која је склона променама, као и друштво које се стално развија, и у коме се примењују усвојене правне норме, посао правника у адвокатури, суду или јавној управи, изискивао је сате и сате мануелног претраживања докумената, а све у циљу изналагања одговора на поједина правна питања и усаглашавања с важећом судском праксом. Развојем електронског претраживања података посао правника је постао економичнији и ефикаснији.

Кад говоримо о електронском претраживању треба напоменути да већина научних радова објављена у овој области, а која се бави и питањем поступака развода брака, као основу за дефинисање и анализу користи истраживање Zeleznikow & Stranieri (1998).

Електронско претраживање је процес заснован на базама података везаних за право, правду и правичност, а технолошки креираних од стране инжењера. У систему вештачке интелигенције, а у вези права и правне науке, разликујемо неколико модела делања:

1. систем резоновања:
 - a. резоновање на основу правила,
 - b. резоновање на основу случаја;
2. механички систем;
3. неуронска мрежа;

Систем резоновања свој рад заснова на основу идентификовања кључних речи означених од стране корисника. Све базе података раде на основу унапред одређених правила. Пример наведеног је по систему кључних речи. На пример, уколико се врши претраживање по појму „развод брака“, следећи корак може бити „споразумни развод брака“, „поверавање деце“, те „заједничко вршење родитељског права“, а што суштински води понуди форме која даје

упутства за, на пример, заједничко вршење родитељског права. Овакав облик успостављеног расчлањивања и резоновања омогућава чак и правном лаику да лако приступи основим перцепцијама правног проблема. С друге стране, уколико у рачунару, у бази података правника, већ постоје такозвани „пелцери“ у захтеваној форму, путем електронског претраживања (откривања) правник лако може да пронађе исти, прикупи већину неопходних информација и комплетира их.

Надаље, резоновање засновано на случајевима, обраду података врши путем анализе податка из претходно добијених резултата, те њиховом синергијом изналази и одређује најбоље или највероватније решење за нове ситуације и постављена питања.

Оба система резоновања захтевају претходно ангажовање човека и кодирање унесених података.

С друге стране, машинско учење свој начин рада заснива на самонадограђивању, те је након почетног креирања софтвера и уношења основне базе података, свако даље ангажовање човека у надограђивању система беспредметно. Системи машинског учења су високо напредни системи вештачке интелигенције који покушавају да аутоматски науче нова знања користећи предиктивну аналитику за анализу огромних количина података. Користе аутоматски креиране нове алгоритме који се затим користе за тумачење нових података.

На крају, најразвијенији софтверски рад је неуронска мрежа. Неуронско мрежни систем је самоодржив и самонадоградив. Њихова база података се заснива на основама правног теоријског знања, важећих закона, раније важеће судске праксе, анализираних аргумената адвоката, као и образложења судских одлука приликом судског одлучивања. Следећи корак - успостављање виртуелног алата је добијање вероватног исхода одлуке, а све након давања низа одговора на задата питања у домену породичног права, као и низа питања конкретне ситуације. Уколико је исход одлуке у складу с тежњама клијента, програм би надаље могао дати предлоге форме неопходне за покретање поступка, као и низ других формално правних детаља којима се клијенту омогућује ефикасност поступања и смањење материјалних трошкова. Ипак, ма колико оваква апликација изгледа примамљиво и економски остварљиво, она још увек није реализована, а њена примена се може очекивати у скоријој будућности.

2.2. Породично право – процесно правни елементи

Породично право је право којим се регулишу односи у породици и питања везана за породицу и породични статус. Примена породичног права је широка, с тим што ће се овај рад фокусирати на део бракоразводних поступака и насиља у породици. Оба ова поступка, као уосталом и већина одредби породичног права, спроводи се по правилима парничног поступка. Посебно породично правних односа у процесно правном смислу се огледа у чињеници хитности поступања, а тиме и краћим роковима за поступање. С тим у вези, члан 204 Породичног закона Републике Србије хитност поступа је децидно утврдио одређујући да „У поступку у вези с породичним односима тужба се не доставља туженом на одговор... да се прво рочиште заказује тако да се одржи у року од 15 дана од дана када су тужба или предлог примљени у суду... и да је другостепени суд дужан да донесе одлуку у року од 30 дана од дана када му је достављена жалба.“ Поред наведеног, суд може утврђивати чињенице и када оне нису међу странкама спорне, а може и самостално истраживати чињенице које ниједна странка није изнела, што је у директној супротности с општим одредбама Закона о парничком поступку којим је јасно одређено да суд одлуку доноси искључиво у оквиру постављеног тужбеног захтева, као и да доказе и доказне радње спроводи искључиво на захтев парничних странака.

Дакле, процесно правни поступак започиње подношењем тужбе надлежном суду у писаној форми, а сви поднесци морају бити разумљиви уз децидно назначење суда који ће поступати у поступку, идентификацију парничних странака, као и евентуалних њихових заступника или пуномоћника. Број примерака треба да буде једнак броју странака у поступку плус један примерак за суд. Надаље, све исправе (уверења, потврде, извод из матичних књига, налази лекара и сл.) суду се прилажу у изворнику или препису с тим што се изворник задржава у списима предмета и враћа странци на њен захтев, а након извођена релевантних доказа везаних за наведени спис. Поред наведеног, суд може наложити решењем подносиоцу да списима приложи препис исправе.

Чланом 101 Закона о парничном поступку децидније се регулише ваљаност поднеска у процесно правном смислу, те се наводи да уколико је поднесак неразумљив или непотпун (члан 98. став 3), суд ће странци која нема пуномоћника да врати поднесак ради исправке,

осим ако законом није другачије прописано. Уколико поднесак буде исправљен у складу с налогом суда, у року који је суд наложио, сматраће се да је поднесак достављен суду оног дана кад је први пут био поднет. Полазећи од околности правне професионалности за пружање услуга адвокатуре, уколико је поднесак који је непотпун или неразумљив поднет од стране пуномоћника, биће одбачен од стране суда.

Иако ово правна решење воде правној сигурности, имајући у виду доступност електронске доставе поднесака и свих правних аката, у скорије време су извршене измене закона у овоме делу и постављена је презумпција уредне доставе поднеска и релевантних доказа и ако су предати путем електронске поште. Ово решење омогућава већу ефикасност у поступању и економичност (бар у домену физичког и материјалног утрешка времена и средстава доставе истих на пошту или писарницу суда).

Дакле, према последњим изменама и допунама Законом о парничном поступку, Законом о кривичном поступку, Законом о општем управном поступку и Судским пословником прописано је да странка може предати/доставити суду поднесак и у облику електронског документа путем електронске поште на адресу електронске поште која је од стране органа јавне власти одређена за пријем електронских поднесака.

Надаље треба навести, а ради обезбеђења правне сигурности, одредбом члан 20. став 4. Закона о електронском документу, електронској идентификацији и услугама од поверења у електронском пословању је одређено да приликом конверзације са странкама путем електронске поште, идентификација лица ће се вршити искључиво на основу шеме електронске идентификације високог нивоа поузданости, што замењује потпис странке на поднеску. Такође, чланом 50. став 2. и 3. Закона о електронском документу, електронској идентификацији и услугама од поверења у електронском пословању је одређено да Квалификовани електронски потпис има исто правно дејство као и својеручни потпис.

Након увођења информационих технологија у правосудни систем Републике Србије почетком 2010. године омогућено је једноставније уношење података, електронски приступ подацима, као и дигитално архивирање истих. Традиционално су ови послови обављани мануелно, да би еволуирало у мануелно обављање послова уз ограничену примену технологије, па све до мануелног уношења пар основних података уз

обраду истих искључиво путем технологије (временско трајање поступка, прекорачење рока за доношење одлуке), да би од 2021. био уведен и систем електронске доставе података. Треба имати у виду да пракса електронске доставе поднесака није примењена у мери у којој би се могло уопште говорити о њеној употребљивости и корисности.

Новом технологијама је омогућено да се путем коришћења сајта портала суда добију све неопходне информације у вези предмета поступка без неопходног одласка на шалтер суда. Приступ је омогућен преко портала судова. Један он таквих је портал Вишег суда у Београду преко кога се може утврдити ток предмета пред основним судовима, апелационим судовима, Врховним касационим, Управним судом, привредним, прекршајним (основни степен), Апелационим прекршајним, као и предмети јавних извршитеља.

Ипак, као што је наведено када је у питању Република Србија, примена вештачке интелигенције се своди на доставу правних аката и евидентирање радњи у поступку. Вештачка интелигенција, можемо слободно рећи, није у значајној мери саставни део правосудног система Републике Србије, а разлог за ову констатацију се налази, изеђу осталог, и у околности некоришћења вештачке интелигенције за одржавање рочишта чак ни у високо ризичним поступцима, попут поступка за насиље у породици или поступка развода брака у којима је латентни интензитет евентуалног ескалирања насиља између супружника висок.

С друге стране, када су, на пример, у питању Сједињене Америчке Државе, ситуација је знатно различита. Примена технологије којом се врши аутоматско прегледање приложених докумената, обрада природног језика, те примена напредних алгоритама у циљу ефикаснијег одређивања висине казне, омогућило је судијама да ефикасније утврде околности конкретног случаја доводећи га у директну везу са случајевима исте или сличне врсте. На овај начин омогућено је да судске одлуке буду објективније. Међу таквим алгоритмима наводе се Compass. Помоћу овог алгорита врши се анализа случајева, којом се на основу података, а који се тичу пола, старости, криминалне прошлости странака, може с високим степеном прецизношћу предвидети да ли ће извршилац дела поновити дело (када су у питању дела у вези и поводом насиља у породици). Његова применљивост и објективност се заснива на чињеници да је овај алгоритам заснован на анкетној анализи која се обнавља

и коригује с адекватним подацима у благовременом периоду. Овај алгоритам би био веома погодан за примену у правосудном систему Републике Србије, а водио би и уједначенију судској пракси и већој извесности у окончању поступка. Међутим програмер Compass-а још увек није овај алгоритам учинио доступним јавности.

С друге стране, у великој примени је, конкретно у Сједињеним Америчким Државама, софтвер Mondia. Мондиа развија индустријска и

потрошачка решења за паковање за водеће брендове широм света с фокусом на одрживост, од производње електричне и топлотне енергије до прераде сировина. Мондиа је био на челу еколошки прихватљиве производње. Иако је један од најстаријих, и даље је довољно напредан да се и дан данас користи у домену породичног права у Сједињеним Америчким Државама. Странке коришћењем on line система комуникације, уз пружање вертуелне помоћи стручног лица - правника, ефикасно могу доћи до решења.



Na sledećim linkovima možete pratiti sledeće tokove predmeta:

[Tok predmeta Vrhovnog kasacionog suda](#)

[Tok predmeta apelacionih sudova](#)

[Tok predmeta osnovnih i viših sudova](#)

[Tok predmeta Upravnog suda](#)

[Tok predmeta privrednih sudova](#)

[Tok predmeta Prekršajnog apelacionog suda](#)

[Tok predmeta prekršajnih sudova](#)

[Tok predmeta javnih izvršitelja](#)

Слика 1 - основна страна портала Вишег суда у Београду - праћење поступања у предметима (<https://www.mpravde.gov.rs/sr/sekcija/27078/portal-pravosudja-srbije-.php>)

2.3. Вештачка интелигенција у породичним односима – питање етичности поступања

Приступачност сваке технолошке иновације са собом носи изазове: материјалне и етичке, као и питања евентуалних грешака њиховог рада и сношења одговорности за исто.

Када су у питању материјални изазови они се огледају у константној обнови података, унапређењу софтвера и његовој заштити у циљу недељења личних информација (података) странака у поступку.

Када су у питању етички изазови, питања се постављају у домену пристрасности, аутомати-

зованог одлучивања и усвајања таквих одлука, иако је поступак јединствен и с низом доминантних изузетака у односу на друге сличне, али знатно различите случајеве. Поставља се питање одговорности услед кршења Кодекса професионалне етике адвоката. Наиме, свака струка, па тако и правна, било у домену судства, било у домену адвокатури, има своја децидно постављена етичка правила, услед чијег кршења се одузима лиценца за рад. Када је у питању вештачка интелигенција поставља се питање одговорности. Да ли је одговоран програмер, адвокат или странка? Ко ме се обратити са

захтевом за пријаву повреде етичности, да ли одговорност сноси и странка у поступку из разлога непримене опште пажње при закључењу евентуалног споразума и превеликог ослањања на вештачку интелигенцију?

Вештачка интелигенција је онолико добра колико су добри подаци којима располаже. Необјективни подаци, генеришу необјективну вештачку интелигенцију. Грешке приликом програмирања у целости исходују нетачне резултате, те је чине неефикасном за клијентову сврху. Такође, сви унети подаци се заснивају на законима, подзаконским актима, али и судским одлукама и уједначеној судској пракси и ставовима. Реалност је у савременом свету знатно бржа, те пројектује нове ставове, нове, до сада необрађене случајеве. Најбољи примери се могу видети у истополним заједницама о којим је пракса штура или непостојећа. Како би вештачка интелигенција деловала! Надаље, ма колико вештачка интелигенција била унапређивана и надограђивана, споразуми које нуди у породично правним поступцима, не могу бити у целости трансферовани с релације човек - човек, на релацију вештачка интелигенција - човек. Разлог се налази у околности да су поједини аспекти деловања искључиво људски попут етичности, одговорности, личних вредности, ставова и убеђења, а они у већини породично-правних случајева доминирају приликом закључења споразума или прихватања судске одлуке.

Дакле, једноставни правни случајеви могу се веома ефикасно и економично решити. То су случајеви када у одређеном случају нема великих одступања - попут споразумног развода брака, без деце и без имовине. Оваква судска одлука је једноставне форме. Међутим када је у питању поверавање деце, насиље у породици, развод брака с елементом поделе имовине, тада вештачка интелигенција не може бити од круцијалне користи. Разлог томе огледа се у чињеници да вештачка интелигенција, ма које генерације, не може бити адекватан расчланитељ бројних разлика и појединости које су саставни део сваког случаја понаособ. На пример, приликом доношења одлуке о поверавању детета, суд се мора водити најбољим интересом детета, а што сваком правном послу нарушава објективност одлучивања, па и правном послу развода брака. Негативне последице се ограничавају само на две стране - бивше супружнике. Међутим, наступањем прекида било ког облика заједнице у којој егзистирају деца, неопходно је реализовати њихове најбоље правне интересе, те ситуација постаје компликованија. И поред низа форми,

релевантне судске праксе, када је у питању поверавање деце, примат преузимају лицем у лице адвокати и медијатори. Вештачка интелигенција може пружити најјекономичније и најразумније решење, али тамо где су емотивни односи доминантни, као и када је у питању поверавање деце, најбоље решење обично бива када обе стране схвате да делају споразумно, а што вештачка интелигенција не може.

Наиме, породично правни спорови се традиционално решавају уз учешће треће стране, која на основу своје непристрасности, професионалности и етичности поступања, олакшава решавање спорова, изналажење најбољег решења за обе стране. Тамо где емоције доминирају, разумност у поступања је минимална. Зато је присуство треће стране неопходно. Према низу спроведених студија истраживања, закључило се да споразумно решавање спора, доприноси минимализацији емоционалних и економских трошкова решавања сукоба. Поред наведеног, приступ споразуму индивидуално, као посебној јединки, уз учешће трећег професионалног лица, омогућава породицама да обликују своје споразуме тако да најбоље одговарају њиховим индивидуалним личним породичним потребама и вредностима, смањујући потенцијал за каснији наставак сукоба.

Као што је већ наведено, породично правни спорови настају услед поремећених породичних релација, које су инициране негативним емоционалним релацијама. Дакле, негативна емотивна релација доминира, а право, правда и правичност изискују објективност, непристрасност и једнакост према странкама. С тим у вези, треће лице, обично орган старатељства, адвокат, суд а некад и медијатор, иако институција медијације није у пракси заживела у Републици Србији, имају важну улогу у оваквим поступцима. Учешће једног трећег објективног лица, омогућава фер и једнаке услове преговарања без преношења сопственог мишљења. Овакво поступање, омогућава странкама брже и боље долажење до компромиса којим се углавном обе стране задовољавају. На овај начин уместо искључиво формално правног задовољења, што је било одлика ранијих чисто традиционалних судских одлука, а што би могла да омогући и савремена вештачка интелигенција, омогућава се већи степен вероватноће реализације споразума. Разлог је више него једноставан - обе стране су учествовале у изналажењу решења које је најповољније за обоје. Победника нема.

С друге стране, вештачка интелигенција, омогућава решавање спора без личног присут-

ва, штити странке од емоционалних ситуација, дајући им примарни осећај сигурности и ваљаности своје одлуке, али анулирајући реалност, објективност и дубље разумевање узрока и разлога за насталу породично правну ситуацију. Без подробнијег разумевања узрочника насталих конфликта, чије се решење може изнаћи уз помоћ правника едукованих у домену породично правних односа, сваки постигнут споразум је виско ризичан за реализацију. Разлог томе се налази у околности да свака од страна, под доминацијом негативне емоционалне набијености, није у могућности да разазна најбоље решење. Вештачка интелигенција нема могућност емоционалне подршке. Она може бити добар оператер формално правних захтева, једноставног задовољења форме, чак и боље него било које стручно лице, професионалац из домена породично правног домена. Породично право и питања која се њиме решавају су много више од обичне форме и много више од таксативно наведене судске одлуке. Дакле, трећа лица, учесници поступка (адвокати, судије, медијатори) својим директним учинком у поступку могу странкама у спору указати да нису међусобни непријатељи и да је њихов однос преваходно започет позитивним емоцијама које су касније добиле другачију конотацију, те у том смислу да је за обе стране најбоље изнаћи решење позитивно за обе стране.

Дакле, традиционална адвокатура односно учинак професионалних правника у породично правним поступцима не може и не треба бити замењена вештачком интелигенцијом осим у домену брзог претраживања и истраживања већ донетих пресуда. Породично правни поступци су компликовани, емоционално набијени и у мноштву података неука страна се лако може довести у заблуду, нарочито када је у питању поступак поверавања, издржавања малолетне деце, као и подела брачне тековине.

Поред наведеног, треба напоменути да одлуке у породично правним односима варирају од државе до државе, те је самим тим тренутно немогуће изградити глобалну вештачку интелигенцију која би у целости омогућила и гарантовала правичност предложене пресуде, чак ни у најједноставнијим поступцима. Истраживања показују да је систем вештачке интелигенције који се користи заједно с људском стручношћу супериорнији од употребе само вештачке интелигенције.

Дакле, вештачка интелигенција се може користити само у једноставнијим случајевима. Када је у питању поступак сложенији по својој природи, ма колико вештачка интелигенција

била напредна, објективна и редовно унапређивана новим подацима, њен рад је незамислив без ангажовања људског фактора – адвоката. Све адвокатске коморе у свету не забрањују употребу вештачке, али је ни не препоручују. Степен неутралности заснован је на околности, да је на крају одговорност за кршење етичности поступања - на адвокату и његовој лиценци.

ЗАКЉУЧАК / CONCLUSION

Вештачка интелигенција је саставни део свакодневнице већине породица у Републици Србији. Економичност и ефикасност вештачке интелигенције се огледа у брзини пружања информација, лакој доступности закона, подзаконских аката, раније донетих пресуда, али с друге стране шематско поступање у правним поступцима са собом носи низ ризика. У правним пословима, нарочито у породично правним, не може се поступати по устаљеном шаблону, јер је свака породица ентитет за себе и јединствена породично социјално емотивна прича. Степен објективности, непристрасности и правичности поступка, као и евентуални споразумни договор, једино се може обезбедити учешћем треће стране – професионалца (човека) у домену породичног права. Такође, уколико је у употреби вештачка интелигенција, довољан је један погрешан корак, један погрешно унет појам у претраживач па да целокупан исход буде драстично измењен. Зато је пре свега неопходно утврдити питање одговорности за настале последице. Припадници свих професија које се баве правом и правичношћу у тренутку започињања своје стручне делатности полажу професионалну етичку заклетву. Нарушавањем етичког поступања у свом раду, лиценца за рад ће им бити опозвана. Ко ће бити одговоран при употреби вештачке интелигенције?

Примена вештачке интелигенције у Републици Србији у правном домену је сведена на минимум: убрзан приступ формално правним актима, on-line проверу поступка, као и електронску доставу докумената. На основу изложене анализе можемо закључити да у овом тренутку нема места за унапређење њене примене у домену породично правних односа.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- [1] Закон о спречавању насиља у породици, *Службени гласник РС*, бр. 94/2016.
- [2] Закон о електронском документу, електронској идентификацији и услугама од поверења у електронском пословању, *Службени гласник РС*, бр. 94/2017 и 52/21.

- [3] Закон о општем управном поступку, *Службени гласник РС*, бр. 18/2016, 95/2018 - аутентично тумачење и 2/2023 - одлука УС.
- [4] Закон о парничном поступку, *Службени гласник РС*, бр. 72/2011, 49/2013 – одлука УС, 74/2013 – одлука УС, 55/2014, 87/2018 и 18/2020.
- [5] Законик о кривичном поступку, *Службени гласник РС*, бр. 72/2011, 101/2011, 121/2012, 32/2013, 45/2013, 55/2014 и 35/2019.
- [6] Zeleznikow, J., Stranieri, A. (1998). Split up: an intelligent decision support system which provides advice upon property division following divorce. *International Journal of Law and Information Technology*, 6(2), 190-213.
- [7] Кодекс професионалне етике адвоката, *Службени гласник РС*, бр. 27/2012 и 159/2020 - одлука УС)
- [8] Породични закон, *Службени гласник РС*, бр. 18/2005, 72/2011 – др. закон и 6/2015.
- [9] Стратегија за превенцију и заштиту деце од насиља за период од 2020. до 2023. године <https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/vlada/strategija/2020/80/1/reg>
- [10] Стратегија за спречавање и борбу против родно заснованог насиља према женама и насиља у породици за период 2021-2025. године, Република Србија, Министарство просвете, науке и технолошког развоја, Београд 2021
- [11] Стратегија развоја вештачке интелигенције у Републици Србији за период 2020–2025. године, <https://www.srbija.gov.rs/tekst/437277> доступно дана 27/03/3024
- [12] <https://www.mpravde.gov.rs/sr/sekcija/27078/portal-pravosudja-srbije-.php>

Sustainable energy transition with reference to the state and potential of renewable energy sources of Serbia and region countries

Održiva energetska tranzicija s osvrtom na stanje i potencijale obnovljivih izvora energije Republike Srbije i zemalja okruženja

Aleksandra Stojkov Pavlović^{1*}, Larisa Jovanović²

ALFA BK University, Faculty of finance, banking and auditing, Belgrade, Serbia /
Univerzitet ALFA BK, Fakultet za finansije, bankarstvo i reviziju, Beograd, Srbija

* Corresponding author / Autor za prepisku

Received / Rad primljen: 18.06.2024, Accepted / Rad prihvaćen: 31.08.2024.

Abstract: Despite all expectations of declining interest for energy in the 21st century, the issue of energy seems more relevant than ever. The problem of energy supply has become universal and comprehensive. No part of the world, no economy is spared. Green and circular economy as new business models radically change the current paradigm of linear concept and irrational use of non-renewable resources. New solutions are being sought, and one of the main directions is the use of renewable energy sources, but also alternative sources of energy such as nuclear power. All of the above are current topics in EU (The European Green Deal), Serbia and the region of Western Balkans (The Green Agenda for Western Balkans). Serbia has a lot of problems with outdated and damaging technologies in energy sector, but also is rich in potentials for renewable energy sources. Their current state is dealt with by the research conducted through this paper.

Keywords: Solar energy, Wind energy, Hydroenergy, Geothermal energy, Biofuel, Agriculture, Energy Transition, RES, Western Balkans.

Sažetak: Uprkos svim očekivanjima pada interesovanja za energiju u 21. veku, pitanje energetike se čini relevantnijim nego ikad. Problem snabdevanja energijom postao je univerzalan i sveobuhvatan. Nijedan deo sveta, i nijedna ekonomija nisu pošteđeni. Zelena i cirkularna ekonomija kao novi poslovni modeli radikalno menjaju dosadašnju paradigmu linearnog koncepta i neracionalnog korišćenja neobnovljivih resursa. Traže se nova rešenja, a jedan od glavnih pravaca je korišćenje obnovljivih izvora energije, ali i alternativnih izvora energije, kao što je nuklearna energija. Sve navedeno su aktuelne teme u EU (Evropski zeleni dogovor), Srbiji i regionu Zapadnog Balkana (Zelena agenda za Zapadni Balkan). Srbija ima dosta problema sa zastarelim i štetnim tehnologijama u energetskom sektoru, ali je i bogata potencijalima za obnovljive izvore energije. Istraživanjem njihovog trenutnog stanja bavi se ovaj rad.

Ključne reči: solarna energija, energija vetra, hidroenergija, geotermalna energija, biogorivo, poljoprivreda, energetska tranzicija, OIE, Zapadni Balkan.

¹orcid.org/0009-0007-5825-159X, e-mail: aleksandra.stojkov.pavlovic@alfa.edu.rs

²orcid.org/0000-0002-1840-819X, e-mail: larisa.jovanovic@alfa.edu.rs

INTRODUCTION

The entire world economy is affected by the energy crisis due to energy shortages, rising costs, and increasing use. Serbia, like the rest of the world, faces enormous challenges in the field of energy: the use of fossil fuels, the slow development of technology and the application of renewable energy

sources. Serbia's energy system is the backbone of the economy, but also a source of progress in sustainable green development. The energy potential of renewable sources is poorly utilized due to the dominance of outdated technologies, especially in the energy sector of the Republic of Serbia. The implementation of modern energy technologies

into the existing energy system, as a rule, aims to improve the process of energy transition, which is defined through the matrix: decarbonization, decentralization, digitalization and democratization of the energy sector (Parović, 2023). The European Green Deal was created as a consequence of the awareness of climate change and environmental degradation as an existential threat to both the European continent and the world. To overcome these challenges, the European Green Deal was ratified with the aim of transforming the EU into a modern, resource-efficient and competitive economy, without greenhouse gas emissions by 2050, with economic development without falling behind in all areas (EC, 2024). Energy transition and decarbonization in Europe can serve as models for all countries of the Western Balkans.

As an extension of the European Green Deal, the Green Agenda for the Western Balkans was prepared in order to realize the strategy of regional development and prepare a response to the challenges of climate change and green transition in the countries of the Western Balkans. The countries of the Western Balkans have committed to harmonize environmental regulations with European standards and norms together with the EU in order to achieve carbon neutrality of the continent by 2050, by introducing a strict climate policy and reforms in the energy and transport sectors (Mrđenović et al., 2024).

The lack of energy security causes panic demand (and production) from any available source, while the requirements for sustainability and environmental protection impose additional costs and great efforts in finding solutions that will be economically justified, while at the same time they can satisfy the huge demand for energy. A lot of work is also being done to create optimal regulatory rules and set sustainable goals. Development based on the deterioration of the environment and exploitation of natural resources cannot be sustained in the long term. The transition of the European energy industry towards a green future requires innovative participants who have the courage and desire to shape new business models, and therefore an innovative future (Pavlović et al., 2024).

Green economy, economy based on green growth and low carbon level, circular economy, bio-economy, blue economy, are the economic models that the world is looking for. Pavićević points out that if we want our future to be somehow safer, the economy must change so that human well-being is realized, but without the accompanying destruction of the ecosystems on which that well-being largely depends (Pavićević, 2023). Authors like Merino-Sarum and collaborators is that the concept of green economy is multidimensional and concludes that

one of the specifics of this concept is paying special attention to the interface between the economy and the environment (Merino-Sarum et al., 2020). These new economic theories are largely seen as different forms of green economy. In many countries, research and development as well as practical business activities of the private sector have prioritized the creation and development of new economic models (Luknar et al., 2023). On the one hand, the green economy, which results in the improvement of human well-being and social equality with a significant reduction of environmental risks, and the circular economy, on the other hand, whose focus is the prevention of waste generation and its reuse as raw materials, represent a sure way to solve environmental problems and realize sustainable development goals (Aleksić et al., 2023).

The negative impacts of energy sources based on coal, gas and fossil fuels can be beneficial and challenging for the development of a country's economy, but they are also a reason for the development of energy from renewable energy sources (RES) which contributes to wider human development goals. Renewable or inexhaustible is a key property of all current non-conventional energy sources. Namely, for all conventional forms of energy (fossil and nuclear fuels), with the exception of water power energy used in large hydroelectric power plants, it is characteristic that they are non-renewable, that is, their use irreversibly consumes their limited reserves on our planet (Milovanović, 2024). The business of modern organizations, regardless of their activity, must be sustainable and without danger to human health and the environment (Đurić and Ilić, 2023). Energy transition is not possible without improvement and strengthening of human capacities in the field of energy and intersectoral connectivity at all levels.

Acceptance of the energy transition and a responsible attitude towards the use of energy can only be achieved if citizens are active participants in information, promotion and decision-making in energy projects (Nikolić et al., 2023). Radonjić points out that the environmental problems in the vicinity of thermal power plants and energy plants in industry and district heating in Serbia are very serious (Radonjić, 2023).

1. SUBJECT AND OBJECTIVES

The aim of this work is to research the state and potential of renewable energy sources in Serbia and the countries of the region, as well as a review of European trends. Actuality of green tendencies in the energy sector, which is a global issue and obligation (The Green agenda for the Western Balkans) in Serbia and the countries of the region. Therefore, it is of great importance to continuously

research these questions, and some of the answers are offered in this paper.

2. MATERIALS AND METHODS

In the research, a review of the literature was carried out, using the descriptive method, which refers to the green economy, energy transition and the energy system. The starting point of further research is the analytical method using the database of the International Renewable Energy Agency (IRENA), the database of Eurostat and the database of the Statistical Office of the Republic of Serbia (RSZ), which is further developed by additional systematization in the author's research with the use of other relevant official data. The research

examines the state and potential of RES in Serbia with an overview of the state in Europe, the EU-27 average. The paper includes a case study covering the following countries: Serbia, Hungary, Croatia, Romania, Slovenia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, North Macedonia, Bulgaria and the EU-27 average.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The energy of water, sun, wind, energy from geothermal sources, biomass and biogas is used for the production of electricity, thermal energy and fuel. In addition to RES, the potential in distancing from fossil energy sources is presented and total alternative energy sources.

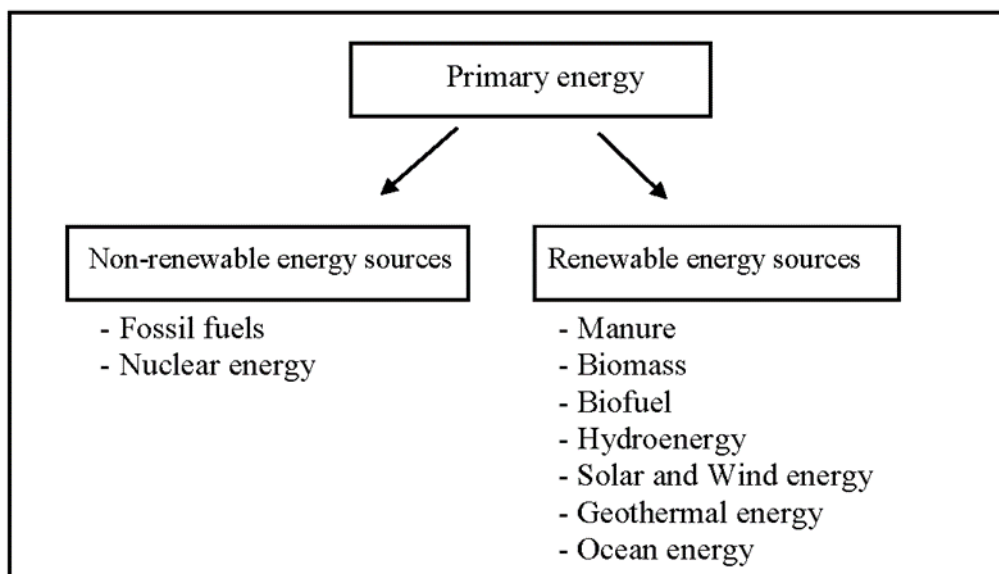


Figure 1 – Systematization of primary energy sources
Source: Author's figure

Primary energy can be obtained from non-renewable energy sources, i.e. fossil fuels and nuclear fuels, as well as renewable energy sources. More and more people are talking about nuclear energy as an alternative source of energy, even though it is a non-renewable source, nuclear energy can also be viewed in this way due to its low consumption (high energy density) and high productivity in the energy obtained. Uranium has characteristics that can strengthen a country's security of supply when nuclear is part of its energy mix. Uranium is a uniquely concentrated source of energy, so the required quantities are much smaller than for coal or oil; a 1 GWe power plant requires about 20-30 tons of manufactured nuclear fuel per year compared to over 3 million tons of coal (WNA, 2024). According to the data of the European Nuclear Society (ENS), there are 168 nuclear reactors (active or under reconstruction) in Europe. In the surrounding countr-

ies, 4 reactors are operational in Hungary, 2 in Romania and 1 in Slovenia (ENS, 2024). According to official announcements, Serbia could also have its own nuclear future.

The possibilities brought by the use of renewable energy sources have several levels. Economic development, employment and new investments. Slowing down climate change and energy security, as well as health benefits, are very important. Numerous obstacles were recognized on the path of transition towards the application of RES: technical, economic, political framework, lack of support from local communities and counter-lobbying.

Discussions about RES in the Republic of Serbia can be viewed at the state level, at the regional level, that is, by comparative analysis with neighboring countries, and we certainly get a broader picture of the situation by analyzing the state of RES in Europe. For this reason, renewable energy sources are key

components of sustainable development, which reduce the degree of environmental vulnerability and neutralize concerns about the security of energy supply (Arsić and Vučinić, 2022). In addition to relying on RES, the transition to using these sources requires bridging the interruption in the supply of RES.

In that case, the issue of energy obtained from hydrogen is also important, which in the ideal case of obtaining energy from hydrogen, this type of energy should meet the criteria of efficiency, ecological suitability, profitability and speed of production (Seović et al., 2023). Demand for hydrogen will reach an all-time high in 2022, but remains concentrated in trad-

itional applications. Global hydrogen use will reach 95 Mt in 2022, an increase of almost 3% compared to the previous year. This global growth does not reflect the success of political efforts to expand the use of hydrogen, but is related to general global energy trends. The FGSZ company is the owner and operator of the Hungarian high-pressure gas pipeline system that serves gas distribution companies, power plants and large industrial consumers. FGSZ has published a call (non-binding phase) for hydrogen transmission capacity in the Hungarian network and interconnection points with Austria, Croatia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia and Ukraine (IEA, 2023).

Table 1- Total renewable energy of European countries in 2017 and 2021 in MW, with trend

No	Country	2017	2021	Trend
1	Albania	4526	8963	+4437
2	Andorra	103	97	-6
3	Austria	51055	52754	+1699
4	Belarus	754	1298	+544
5	Belgium	15810	23466	+7656
6	Bosnia and Herzegovina	1808	2039	+231
7	Bulgaria	4289	4532	+243
8	Croatia	2916	3490	+574
9	Cyprus	278	485	+207
10	Czech Republic	4278	4552	+274
11	Denmark	8194	10882	+2688
12	Estonia	615	1012	+397
13	Faroe Islands	60	64	+4
14	Finland	7512	9564	+2052
15	France	48036	60394	+12358
16	Germany	112514	138567	+26053
17	Greece	8686	12456	+3770
18	Hungary	1224	3906	+2682
19	Iceland	2711	2879	+168
20	Ireland	3676	4819	+1143
21	Italy	52128	56856	+4728
22	Latvia	1796	1823	+27
23	Lithuania	787	1159	+372
24	Luxembourg	318	504	+186
25	Malta	116	210	+94
26	Moldavia	82	153	+71
27	Montenegro	747	817	+70
28	Netherlands	7937	23598	+15661
29	North Macedonia	731	822	+91
30	Norway	33251	39406	+6155
31	Poland	7982	16457	+8475
32	Portugal	13541	15074	+1533
33	Romania	11145	11120	-25
34	Serbia	2482	2957	+475
35	Slovakia	2385	2406	+21
36	Slovenia	1479	1704	+225
37	Spain	47948	62011	+14063
38	Sweden	28179	34603	+6424
39	Switzerland	17049	19025	+1976
40	United Kingdom	40047	49276	+9229
41	Ukraine	6530	14921	+8391

Source: Author's research based on IRENA database

The trend of production growth is observed in 29 out of 41 observed countries. A downward trend was recorded in Romania, 25 MW less in the observed period and Andorra 6 MW less. The growth trend ranges from 4 MV (Faroe Islands) to 26503 in Germany. A growth trend of up to 200 MW was recorded in 8 of the 41 observed countries, a growth trend of 201 to 1000 MW was recorded in 10 countries, including Serbia, a growth trend of 1001 to 10000

MW was recorded in 16 countries, while a growth trend of over 10001 MV recorded in 4 countries.

The 10 most successful European countries producing energy from RES, according to the total amount of energy produced from RES, are: Germany (138567 MW), Spain (62011MW), France (60394 MW), Austria (52754 MW), the United Kingdom (49276 MW), Norway (39406 MW), Sweden (34603 MW), the Netherlands (23598 MW), Belgium (23466 MW) and Switzerland (19025 MW).

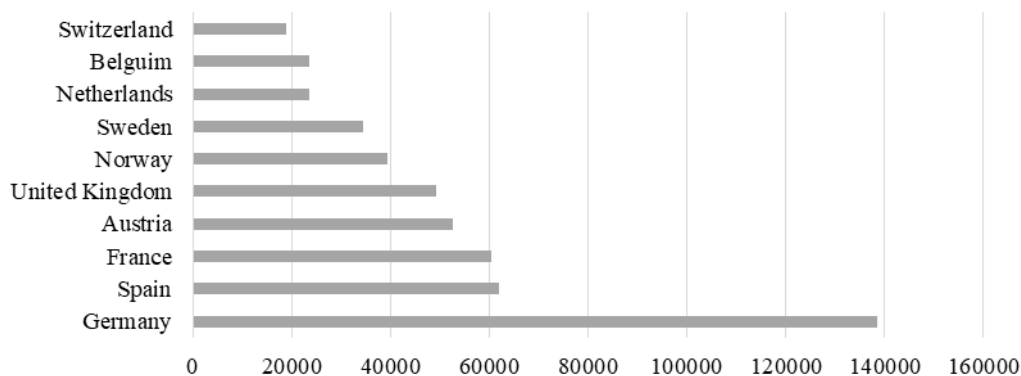


Figure 2 - The 10 most successful countries in Europe in total produced renewable energy (2021), in MW
Source: Author's figure

Table 2 - Total renewable energy in Serbia and countries of the region 2017-2021, in MW

Year	Serbia	Hungary	Croatia	Romania	Slovenia	Bosnia and Herzegovina	Montenegro	North Macedonia	Bulgaria	EU-27 average
2021	12676	6915	10528	26344	5449	7186	2333	1713	10308	39925
2020	10238	5529	8551	24607	5583	4900	1766	1554	7466	39342
2019	10521	4690	8347	24935	5040	6393	1929	1344	7485	36313
2018	10920	3766	9781	26195	5233	6550	2256	1966	9380	34908
2017	9303	3480	7116	24282	4448	3818	1121	1296	6131	32504

Source: Author's research based on IRENA database

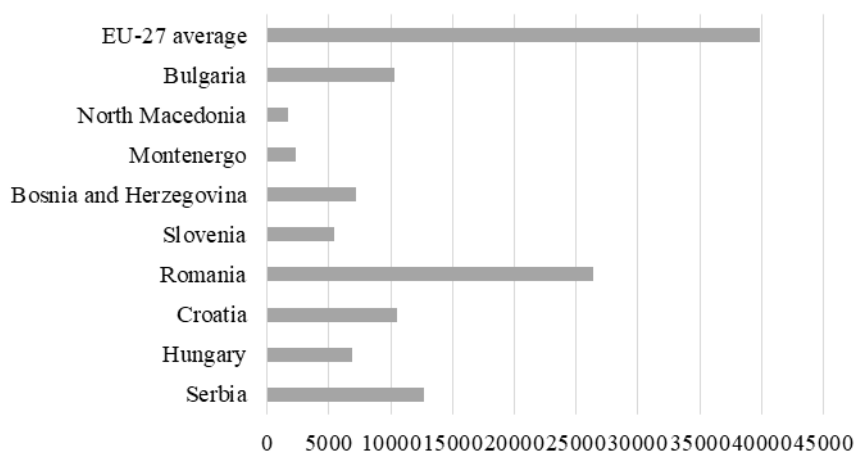


Figure 3 - Total renewable energy in Serbia and the region (2021), in MW
Source: Author's figure

Total energy from RES in Serbia in the observed period is increasing. Compared to 2017, Serbia is in a growth trend (+3373 MW), Hungary almost doubled its potential in the observed period, but the total energy produced is almost twice as much as in Serbia. The reason for this can be found in the existence of nuclear reactors in use in Hungary and Slovenia, while Romania has 2 operational nuclear reactors, but despite this, Romania has the highest total energy produced from RES among the observed countries (26344 MW). What is obvious is that the observed countries are far below the EU-27 average (39925MW), while the average growth trend in the EU-27 in the observed period is +7421, in the period 2017-2021.

The weakest results in 2021 (latest data) were found in North Macedonia (1713 MW) and Montenegro (2333 MW). They are followed by Slovenia (5449 MW), Hungary (6915 MW), and Bosnia and Herzegovina (7186 MW). These countries receive less than 10,000 MW of energy from RES per year. Over 10,000 MW are achieved by Bulgaria (10,308 MW), Croatia (10,528 MW), Serbia (12,676 MW) and Romania (26,344 MW). Serbia achieves significant results in the observed region. Before Serbia (with 12,676 MW), Romania achieves a better result with 26,344 MW. Also, all observed countries are significantly below the EU-27 average, which is 39925 MW in the observed year.

Table 3 - Share of energy from RES in Serbia, countries of the region and EU-27, 2017-2022

Year	Serbia	Hungary	Croatia	Romania	Slovenia	Bosnia and Herzegovina	Montenegro	North Macedonia	Bulgaria	EU-27
2022	24.67	15.19	29.35	24.14	25.02	-	39.94	18.68	19.09	23.04
2021	25.25	14.13	31.28	23.87	25.00	36.56	39.89	17.46	19.44	21.89
2020	26.29	13.85	31.02	24.47	25.00	39.83	43.77	19.22	23.31	22.03
2019	21.44	12.63	28.46	24.29	21.96	37.45	37.72	17.48	21.54	19.88
2018	20.32	12.54	28.04	23.87	21.37	35.97	38.80	18.17	20.58	19.09
2017	20.28	13.55	27.28	24.45	21.65	23.24	39.69	19.63	18.69	18.41

Source: Author's systematization based on EUROSTAT data

When it comes to the share of RES in the total energy produced, the worst results were found in Hungary (15.19%), North Macedonia (18.68%) and Bulgaria (19.09%). These countries have a share less than 20%. These countries are followed by the EU-27 average, which is 23.04%, but it can be assumed that this average is lower than in the observed countries of the region due to the energy

obtained from other, alternative sources that are not based on "dirty" or outdated technologies and are not systematized in RES. Then follows Romania with 24.14%, Serbia 24.67%, while the best results were found in the case of Croatia and that share is 29.35%. The share of RES in the total energy produced in Serbia is 24.67%, which is even higher than the EU-27 average.

Table 4 - Share of energy production from RES in Serbia, 2017-2022, in TJ

Year	Total produced energy	Solar energy	Wind energy	Hydro energy	Geothermal energy	Biogas
2022	405818	57	3418	33388	64	2214
2021	427214	49	3904	43143	63	2221
2020	454064	48	3512	35095	212	1624
2019	431567	49	3234	36714	220	1190
2018	-	47	542	41015	219	958
2017	532827	47	175	35107	222	723

Source: Author's systematization of Statistical Office of the Republic of Serbia data

The share of energy production from renewable energy sources is growing year by year in Serbia, but the shares are still low. According to the total amount of energy produced in 2022 (405818 TJ), the largest part of non-renewable energy sources, while within RES, the largest part of produced energy belongs to hydro energy (33388 TJ), then wind energy (3418 TJ) and biogas (2214 TJ). Shares below 100 TJ were found in the case of geothermal

energy (64 TJ) and solar energy (57 TJ). In the observed five-year period 2017-2022, Serbia achieved a positive trend in terms of the energy produced from solar sources (+10 TJ), wind energy (+3243 TJ) and biogas (+1491 TJ). A negative trend was found in the production of hydro energy (-1719 TJ) and geothermal energy (-148 TJ) in the observed period. Serbia has a positive trend in energy production from 3 out of 5 observed RES.

Serbia has good potential when it comes to wind energy. Renewable energy is one of the fastest growing segments of energy consumption, and wind energy is one of the most widely used sources of renewable energy (Sadorsky, 2021). Using wind energy as a source of renewable energy represents high investments, due to the high costs of building wind power plants, but apart from being a clean source of energy, the problem also arises with the negative environmental impacts that the energy production process produces. Currently, there are 9 wind farms with 158 windmills in operation in Serbia, primarily in Vojvodina. Another 23 wind farms are planned and under construction.

Serbia is a country rich in global radiation energy that can be used for renewable sources of solar energy: northwestern and southeastern Serbia have great potential. Solar energy is an immediately usable, clean and renewable environmental resource, which is a major advantage over fossil fuels. Therefore, more and more work is being done on systems that convert solar energy into electricity, both for small domestic and large commercial areas of solar panels in order to make a great contribution to the stability of the operation of public power networks (Arsić et al., 2023). The use of alternative sources can be considered significant when we look at photovoltaic cells that use solar energy – these cells accompany many products of wide use, they can be found as an integral part of the smallest devices, but also as systems that contribute to the supply in power systems. An important advantage of this type of energy transformation from solar to electricity is that there are no harmful effects during this process. Solar energy as RES depends, like wind energy, on climatic factors, but unlike wind energy, equipment for the production of electrical energy from solar energy is becoming more and more available and affordable from year to year and in greater practical application.

Biomass for energy needs includes a wide range of materials: natural forests, energy crops, agricultural waste, food waste and consumer waste, i.e. industrial waste (Brakus and Gligović, 2023). The use of biomass as a renewable type of fuel can help in: re-industrialization of the country, raising the level of agricultural production, encouraging public-private partnership, reducing unemployment, training local personnel in the development of thermal energy plants, reducing the import of fossil fuels and directing possible donations and incentives (Mladenović et al., 2022). The circular economy can facilitate the construction of better and more sustainable food systems by applying the principles of regenerative

food production and optimal use of biomass. In this way, the application of circular solutions in the management of agricultural waste, soil and livestock production, in irrigation and more efficient use of water, but also in the management of production waste, packaging and food losses could contribute to a healthier and more accessible diet, as well as balancing the economic and ecological benefits of modern humanity (Balaban et al., 2023). Biogas as RES is obtained by the process of anaerobic digestion, which is a biochemical process of decomposition of organic molecules under anaerobic conditions. Bioenergy production from anaerobic digestion (AD) is a promising technology that contributes to the reduction of climate change and is considered a sustainable process for waste management (Cvetković et al., 2022).

Serbia has 16 hydroelectric power plants with 51 units, which makes up almost 38.4% of the total energy potential of the Electric Power Company of Serbia. Electricity is produced in the Đerdap HPP branch, the Kladovo and Drinsko-Limska HPP branch and Bajina Bašta. The extraordinary potential of renewable water energy is also represented by small hydropower plants that can be installed on watercourses and become "privileged" energy producers.

CONCLUSION

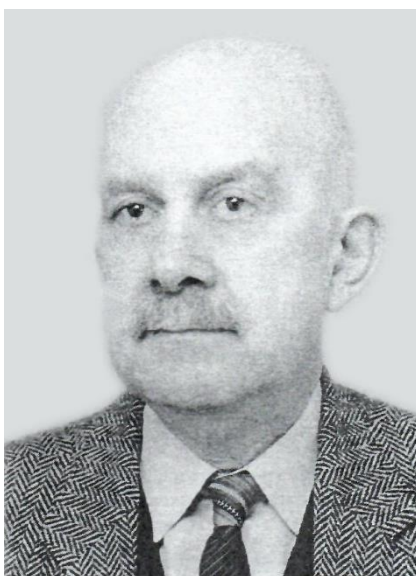
Serbia, as well as the other observed countries from the region, but also other European countries, both EU members and non-EU members, are committed to carry out the energy transition and transformation of the economy through a greater share of renewable energy sources in their energy mix. The state of the energy system in Serbia shows signs of significant efforts aimed at realizing the energy transition. The share of energy obtained from renewable sources, from almost a quarter of the total energy produced, is encouraging, especially if you take into account the fact that it is above the European average. The shortcoming of the current situation reveals the fact that the rest of the produced energy mainly comes from outdated "dirty" technologies and fossil fuels. The development and application of renewable energy source technologies is a long-term and expensive process. Therefore, in the period of energy transition, it would be expedient to consider the use of alternative sources of energy, which are not renewable (hydrogen and nuclear energy), but do not come from fossil energy sources. Perhaps this is the right path for Serbia in bridging the energy gap until the complete transition RES.

REFERENCES

- [1] Aleksić, I., Vujović, T., Arsić, Lj. (2023). Zelena i cirkularna ekonomija kao simboli brige o zaštiti životne sredine, *Ecologica*, 30(110), 180-188. doi:10.18485/ecologica.2023.30.110.2
- [2] Arsić, Lj., Vučinić, I. (2022). Obnovljivi izvori energije: potencijali i trendovi u zemljama Evropske unije i Zapadnog Balkana, *Ecologica*, 29(108), 476-484. doi:10.18485/ecologica.2022.29.108.2
- [3] Arsić, Lj., Milićević, V., Milićević, Z. (2023). Energy efficiency through the use of solar energy in the Republic of Serbia, International scientific conference: "Challenges of modern economy and society through the prism of green economy and sustainable development" – CESGED2023, Novi Sad, Serbia, Proceedings, pp. 117-125.
- [4] Balaban, S., Sotirov, A., Madžar, L. (2023). Ekonomska održivost u poljoprivredi na primeru zemalja EU, *Ecologica*, 30(110), 239-246. doi:10.18485/ecologica.2023.30.110.10
- [5] Brakus, A., Gligović, D. (2023). Ekološka fragmentacija biogoriva i zdravstveni aspekti upravljanja proizvodnjom čvrstih biogoriva, *Ecologica*, 30(109), 22-28. doi:10.18485/ecologica.2023.30.109.4
- [6] Cvetković, S., Popović, M., Ljubić, V., Perendija, J. (2022). Biogas tehnologija u funkciji proizvodnje energije, *Ecologica*, 29(108), 639-646. doi:10.18485/ecologica.2022.29.108.22
- [7] Đurić, Z., Ilić, B. (2023). Sistemska zaštita životne sredine i determinante održivog razvoja, *Topola/Poplar*, 211, 45-57. doi:10.5937/topola2211045D
- [8] European Commission (EC) (2024). The European Green Deal, dostupno na: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en, preuzeto: 19.06.2024.
- [9] European Nuclear Society (ENS). Nuclear power plants in Europe, dostupno na: <https://www.euronuclear.org/glossary/nuclear-power-plants-in-europe/> preuzeto: 15.06.2024.
- [10] Eurostat, Data browser, Share of energy from renewable resources, dostupno na: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ren/default/table?lang=en&category=nrg.nrg_quant.nrg_quanta.nrg_ind_share / preuzeto: 20.05.2024.
- [11] International Energy Agency (IEA), Global Hydrogen Review, 2023
- [12] International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable energy statistics, 2023
- [13] Luknar, I., Životić, I., Nikolić, M. (2023). Sustainability and Green Economy Frameworks, *Ecologica*, 30(109), 126-132. doi:10.18485/ecologica.2023.30.109.18
- [14] Merino-Saum, A., Clement, J., Wyss, R., Baldi, M.G. (2020). Unpacking the Green Economy concept: A quantitative analysis of 140 definitions, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 242, 118339 doi:10.1016/j.jclepro.2019.118339
- [15] Mladenović, M., Dakić, D., Petrov, N. (2022). Potencijal reindustrijalizacije Republike Srbije uz korišćenje biomase kao obnovljivog vida goriva, *Energija, ekonomija, ekologija*, 24(2), 13-18. doi:10.46793/EEE22-2.13M
- [16] Mrđenović, N., Sremac, S., Smiljanić, D. (2024). Korišćenje obnovljive energije u drumskom saobraćaju, *Ecologica*, 31(114), 157-164.
- [17] Nikolić, J., Gordić, D., Vukašinović, V., Josijević, M., Živković, D. (2023). Planiranje energetske budućnosti grada: SWOT analiza – Studija slučaja grada Kragujevca, *Energija, ekonomija, ekologija*, 25(2), 22-28, doi: 10.46793/EEE23-2.22N
- [18] Parović, M. (2023). Uticaj novih energetske tehnologije na nivo energetske pravde, *Energija, ekonomija, ekologija*, 25(2), 10-15. doi:10.46793/EEE23-2.10P
- [19] Pavićević, N. (2023). Kreiranje modela unapređenja procesa razvoja koncepta zelene ekonomije: Primena IDEF metodologije, *Ecologica*, 30(111), 409-414. doi:10.18485/ecologica.2023.30.111.9
- [20] Pavlović, D., Gilja, M., Srpak, M. (2024). Energetska tranzicija i održiva energetika – na putu prema vodikovoj energetici, *EGE: energetika, gospodarstvo, ekologija, etika*, 32(2), 80-85.
- [21] Radonjić, S. (2023). Unapređenje energetske efikasnosti u Srbiji i zaštita životne sredine: pravni okvir, *Ecologica*, 30(111), 491-503. doi:10.18485/ecologica.2023.30.111.21
- [22] Republički zavod za statistiku Srbije (RZS), Baza podataka, Godišnji podaci statistike i energetske bilansi. Dostupno na: <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/040201?languageCode=sr-Cyrl> / preuzeto: 25.05.2024.
- [23] Sadorsky, P. (2021). Wind energy for sustainable development: Driving factors and future outlook, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 289, 125779 doi:10.1016/j.jclepro.2020.125779
- [24] Seović, M., Perović, I., Brković, S., Zdošek, N., Mitrović, S., Georgijević, J., Tasić, G. (2023). Energy transition and hydrogen evolution, *Ecologica*, 30(112), 563-568. doi:10.18485/ecologica.2023.30.112.8
- [25] World Nuclear Association (WNA), Nuclear Power Economics and Structuring, 2024 Edition.

In Memoriam

Prof. dr Dragan Veselinović (1930-2024)



Dr Dragan Veselinović, pedagog, prijatelj, naučnik, redovni profesor u penziji Fakulteta za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu, odgovorni urednik časopisa Ecologica, napustio nas je 08.05.2024. godine. Sahranjen je u Užicu.

* * *

Profesor Dragan Veselinović je rođen u Nišu 1930. godine. Srednju školu je završio u Beogradu. Diplomirao je na Prirodno-matematičkom fakultetu (PMF) u Beogradu, na grupi fizičke hemije davne 1954. godine, a već sledeće godine zaposlio se na katedri za fizičku hemiju, Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu, u zvanju pripravnika profesora srednje škole, a od 1956. godine u zvanje asistenta. Kao asistent vodio je na matičnom fakultetu vežbe iz predmeta *Fizička hemija* i *Elektrohemija*. Vodio je i vežbe iz predmeta *Fizička hemija*, *Elektrohemija* i *Radiometrija* na Tehnološko-metalurškom fakultetu u Beogradu kao honorarni asistent. Doktorsku disertaciju odbranio je 1965. godine, a od 1966. godine držao je predavanja na Filozofskom fakultetu u Prištini, kao honorarni predavač, a od 1968. godine kao honorarni docent. Na katedri fizičke hemije PMF u Beogradu izabran je za docenta 1969. godine, za vanrednog profesora 1980. godine, a za redovnog 1986. godine. Od 1996. godine je bio u penziji.

Na matičnom fakultetu u Beogradu učestvovao je u postavljanju nastave iz predmeta *Fizička hemija* (za studente fizike) koju je od 1968. godine držao 15 godina. Postavio je nastavu iz predmeta *Fizička hemija kompleksnih jedinjenja* i predmeta *Fizička hemija u zaštiti životne sredine*, za studente na grupi fizičke hemije. Na postdiplomskim studijama inicirao je uvođenje smera zaštite životne sredine i odgovarajućih planova i programa nastave. Postavio je i držao nastavu iz predmeta *Fizička hemija* za studente molekularne biologije. Na Filozofskom fakultetu, kasnije PMF u Prištini postavio je i izvodio nastavu iz predmeta *Opšta fizička hemija*. Postavio je nastavu, i određeno vreme je izvodio, iz predmeta *Fizička hemija* na Fakultetu odbrane i zaštite u Beogradu i iz predmeta *Opšta hemija* (za studente fizike na PMF u Kragujevcu). U okviru Centra za multidisciplinarnu studiju u Beogradu učestvovao je u postavljanju i donošenju nastavnih planova i programa za smer Zaštita životne sredine gde je i držao nastavu iz predmeta *Promet zagađivača u prirodi* i *Osnove fizičko-hemijske zakonitosti*. Učestvovao je u postavljanju nastavnog plana i odgovarajućih programa

predmeta, za usmerenje Tehničar za zaštitu životne sredine u srednjim školama u okviru usmerenog obrazovanja.

Profesor dr Dragan Veselinović je sa koautorima napisao: 6 srednjoškolskih udžbenika iz zaštite životne sredine, zbirku zadataka iz fizičke hemije i 3 univerzitetska udžbenika: *Ravnoteže u kompleksirajućim sredinama, Fizičko-hemijski osnovi zaštite životne sredine – knjiga I – Procesi i stanja u životnoj sredini i knjiga II - Izvori zagađivanja, posledice i zaštita*. Sa saradnicima preveo je knjigu *Hemija izotopa* A.I. Brodskog koja je služila kao pomoćni udžbenik. S koautorima je sastavio *Rečnik ekologije i zaštite životne sredine* (Građevinska knjiga, Beograd, 2006).

Do 2001. godine recenzirao je 8 univerzitetskih udžbenika i 14 monografija, priručnika i drugih knjiga. Na fakultetu za Fizičku hemiju rukovodio je izradom 82 diplomskih rada, bio mentor pri izradi 10 specijalističkih radova, 16 magistarskih teza i 14 doktorskih disertacija. Bio je član komisija za odbranu 31 doktorske disertacije, 35 magistarskih teza i 12 specijalističkih radova. Objavio je veliki broj radova u domaćim i stranim naučnim časopisima, rukovodio je sa 12 projekata za potrebe vojnih i privrednih organizacija, Zajednice nauke, odnosno Ministarstva nauke.

U toku vojnih dejstava NATO saveza održao je 12 predavanja vezanih za zaštitu životne sredine komandama jedinica i odgovarajućim civilnim organizacijama u okviru zone Užičkog korpusa.

Profesor Veselinović je bio član Izvršnog odbora zajednice usmerenog obrazovanja, član Izvršnog odbora zajednice nauke Srbije, član komisije za hemiju Zajednice, odnosno Ministarstva nauke Srbije i rukovodilac radne grupe za izradu Pravilnika o vrednovanju naučnih projekata Zajednice nauke Srbije. Bio je prodekan PMF, šef Katedre za fizičku hemiju, odnosno upravnik Instituta za fizičku hemiju u 3 navrata, upravnik Odseka za hemijske i fizičko-hemijske nauke PMF u Beogradu, predsednik Saveta PMF i član više komisija i tela na fakultetu. Kao član delegacije Jugoslavije učestvao je nekoliko godina u radu komisije zemalja Varšavskog ugovora za metode kontinualnog određivanja zagađujućih supstancija u vazduhu.

Radio je na organizovanju naučnih skupova i bio član naučnih odbora nacionalnih i međunarodnih skupova.

Bio je član Naučnog odbora Naučno-stručnog društva za zaštitu životne sredine „Ecologica“, odgovorni urednik časopisa Ecologica, i član Naučnih odbora većeg broja međunarodnih naučnih konferencija u organizaciji Društva „Ecologica“. Učestvovao je u radu mnogih projekata Društva za zaštitu životne sredine „Ecologica“ i bio urednik mnogobrojnih zbornika i monografija.

Za doprinos nauci, profesor dr Dragan Veselinović je, zajedno s akademikom profesorom dr Milenkom Šušićem, nagrađen Oktobarskom nagradom Beograda 1966. godine.

Odlikovan je Ordenom rada sa zlatnim vencem 1986. godine.

Dobitnik je nagrade Zlatna borovnica, Nacionalnog parka Kopaonik i Turističkog saveza za tekst feljtona u listu Politika, kao i nagrada i priznanja za doprinos radu Centra za multidisciplinarnu studiju u Beogradu, PMF u Beogradu, pokreta „Nauku mladima“, Fakulteta za Fizičku hemiju i Srpskog hemijskog društva.

Takođe je dobio nagradni Pehar i Povelju za naučni doprinos i međunarodnu saradnju od Naučno-stručnog Društva za zaštitu životne sredine „Ecologica“ i Saveza inženjera i tehničara Srbije.

* * *

Profesor Dragan Veselinović je nesebično pomagao mladim ljudima da dostignu svoje snove i na privatnom i na poslovnom planu. Na blag način, pun razumevanja, strpljivo je učio mlade ljude životu. Umeo je da saslušati, posavetuje, da se našali i ohrabri. Napustio nas je naš nestašni mladić, napustio nas je veliki Čovek. Dela profesora Dragana Veselinovića i uspomena na prijatelja, učitelja, naučnika, ostaće sa nama i živeće sa nama.

Tekst je na bazi materijala iz knjige „Profesoru Draganu Veselinoviću“ (urednici S. Anić i D. Marković, Društvo fizikohemičara Srbije i Fakultet za fizičku hemiju, Beograd, 2001) sastavila i dopunila prof. dr Larisa Jovanović, predsednica Naučno-stručnog društva za zaštitu životne sredine „Ecologica“

Sećanja na saradnju s prof. dr Draganom Veselinovićem



Uručivanje zahvalnica i povelja Saveza inženjera i tehničara Srbije



Uručivanje prof. dr Draganu Veselinoviću pehara u ime Naučno-stručnog društva Ecologica



Poseta Kraljevskom dvoru na Dedinju po završetku Međunarodne naučne konferencije



Kneza Miloša 7a • 11000 Beograd • Srbija

Tel./faks: +381 11 32 44 248

E-mail: ecologica.drustvo@gmail.com

www.ecologica.org.rs