

PLANTS AS INDICATORS OF WATER POLLUTION

Matija Milošević

The Academy of applied technical and preschool Studies Niš, Serbia,
matija.milosevic@akademijanis.edu.rs

Anica Milošević

The Academy of applied technical and preschool Studies Niš, Serbia,
anica.milosevic@akademijanis.edu.rs

Sladjana Nedeljković

The Academy of applied technical and preschool Studies Niš, Serbia,
sladjana.nedeljkovic@akademijanis.edu.rs

Stefan Mihajlović

The Academy of applied technical and preschool Studies Niš, Serbia,
stefan.mihajlovic@akademijanis.edu.rs

Abstract: Water pollution with various pesticides, organic compounds, metals and microorganisms is the main link in environmental pollution. The monitoring of the quality, number, and type of pollutants present in the water is necessary to reduce the negative impact on the environment. The main cause of changes in water quality and the source of environmental pollution with various toxic pollutants is primarily the development of urbanism, the growth of industry and other modern anthropogenic factors. Polluted waters have a direct impact on agricultural activity, the consequence of the use of polluted waters in agriculture leads to flow and accumulation of various toxic compounds in surface and underground waters. Chemical elements that are most often found in water can significantly endanger the environment by increasing their concentrations, however the analysis of chemical parameters shows the current real state of a particular water biotope, while bioindicators are also used to analyze complete impact on the living world. The combination of both methods gives complete results. Biological methods are used to monitor changes in plants, bacteria, insects and other indicator species, as the presence of pollutants is clearly demonstrated. The use of bioindicators or different physico-chemical methods enable the monitoring of particle concentrations in water. Polluted waters have a direct impact on agricultural activity. Plants show the presence of certain polluting particles in water as changes on a morphological and physiological level. The use of bioindicators in detecting water and environmental pollution is extremely large.

Keywords: Plants, pollution, water

BILJKE KAO INDIKATORI ZAGAĐENJA VODA

Matija Milošević

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš, Srbija, matija.milosevic@akademijanis.edu.rs

Anica Milošević

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš, Srbija, anica.milosevic@akademijanis.edu.rs

Sladjana Nedeljković

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš, Srbija, sladjana.nedeljkovic@akademijanis.edu.rs

Stefan Mihajlović

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš, Srbija, stefan.mihajlovic@akademijanis.edu.rs

Sadržaj: Zagađenje voda različitim pesticidima, organskim jedinjenjima, metalima i mikroorganizmima predstavlja glavnu kariku u zagađenju životne sredine. Praćenje ovih parametara, odnosno monitoring kvaliteta, broja i vrste polutanata prisutnih u vodi neophodan je zbog smanjivanja negativnog uticaja na životnu sredinu. Glavni uzročnik promena kvaliteta vode i izvor zagađenja životne sredine sa različitim toksičnim polutantima predstavlja na prvom mestu razvoj urbanizma, rast industrije kao i ostali moderni antropogeni faktori. Zagađene vode imaju direktan uticaj na poljoprivrednu delatnost, posledica upotrebe zagađenih voda u poljoprivredi dovodi do protoka i nagomilavanja različitih toksičnih jedinjenja u površinske i podzemne vode. Hemijski elementi koji se najčešće mogu naći u vodi mogu povećanjem svojih koncentracija značajno ugroziti životnu sredinu, međutim analiza hemijskih parametara pokazuje trenutno realno stanje određenog vodenog biotopa, dok za analizu biodostupnosti kompletnog uticaja na živi svet potrebni su i bioindikator, odnosno biološke metode. Kombinacija i jedne i druge

metode daje kompletne rezultate. Biološkim metodama se prate promene na biljkama, bakterijama, insektima i drugim indikatorskim vrstama, jer se jasno pokazuje prisustvo zagađujućih polutanata. Prisustvo određenih zagađujućih čestica u vodi, biljke pokazuju kao promene na morfološkom i fiziološkom nivou. Upotreba bioindikatora u detektovanju zagađenja voda, životne sredine je izuzetno velika.

Ključne reči: Biljke, zagađenje, voda

1. UVOD

Zagađenje voda različitim pesticidima, organskim jedinjenjima, metalima i mikroorganizmima predstavlja glavnu kariku u zagađenju životne sredine (Ashfaque i sar., 2016). Problem zagađenja nastaje u vodi za piće i vodi namenjenoj poljoprivredi. Zaštita od zagađenja u naseljima može se ostvariti urbanističkim merama, tehničko-tehnološkim postupcima, kao i održavanjem čistoće ulica i javnih površina u naseljima kao i pravilnim prikupljanjem čvrstog i tečnog otpada (Bogradnović i sar., 2021). Posledica upotrebe zagađenih voda u poljoprivredi dovodi do protoka i nagomilavanja različitih toksičnih jedinjenja u površinske i podzemne vode. Gomilanje dospelih jedinjenja formira taložne sedimente koji ostaju štetni po životnu sredinu, jer utiču na kvalitet vode (Ikenaka i sar., 2010). Kontaminacija vode sve više privlači naučnike da se bave rešavanjem ovog problema. Kao pokretač pažnje predstavlja uticaj zagađenih voda na gajene biljke i njihove morfološke i fiziološke promene (Savić i sar., 2009), zbog toga se teži smanjenju negativnih posledica nastalih zagađenjem voda. Rešenje je monitoring kvaliteta, broja i vrste polutanata prisutnih u vodi. Procena biodostupnosti svih parametara i kvantifikacija polutanata, važnih parametara u praćenju promena vode (Pavlović, 2004). Hemijski elementi koji se najčešće mogu naći u vodi mogu povećanjem svojih koncentracija značajno ugroziti životnu sredinu. Međutim, analiza hemijskih parametara pokazuje trenutno realno stanje određenog vodenog biotopa, dok za analizu biodostupnosti kompletnog uticaja na živi svet potrebni su i bioindikatori, odnosno biološke metode. Biološkim metodama se prate promene na biljkama, bakterijama, insektima i drugim indikatorskim vrstama, jer se jasno pokazuje prisustvo zagađujućih polutanata (Gvozdenac i sar., 2012).

2. ZAGAĐENJE VODE

Velika pažnja usmerava se poslednjih godina na kvalitet vode i njen uticaj na životnu sredinu, jer je voda jedan od osnovnih prirodnih resurasa o kome se vodi najmanje brige (Chutter, 1998). Povećanjem ekonomske dobiti, ekološke svesti i razvojem novih tehnologija došlo se do značajnog povećanja stope iskorišćenja i reciklaže otpada (Milošević i sar., 2020). Zagađenje vode je veliki problem jer pored upotrebe za piće koristi se i za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Navodnjavanjem brojni pesticidi, teški metali, ugljovodonici i drugi polutanti lako dospevaju u lance ishrane (Leleš, 2013). Koncentracija određenih rastvorenih ili suspendovanih čestica u vodi pokazuje kvalitet vode, odnosno ekološki izgled datog područja (Malobabić, 2003). Zagađenje površinskih voda direktno se nastavlja na zagađenje podzemnih voda. Različita hemijska jedinjenja lako postaju sastavni deo sedimenata, jer preko površinskih voda odlaze u podzemne i stvaraju vezu sa čvrstom materijom. Upravo povezivanjem čestica za sediment se formira glavni izvor dugoročnog zagađenja voda što dovodi do promene u kvalitetu i kvantitetu istih (Prica i sar. 2010). S obzirom da vezivanje polutanata za sediment je podležno različitim fizičko-hemijskim promenama i kao takav predstavlja opasan izvor teških metala. Zbog toga se na sediment gleda kao na veliku pretnju prvo na vodene organizme, jer usled promena sredine metali mogu ekotoksično delovati (Dennis i sar. 2003). Još jedan veliki problem po životnu sredinu je uklanjanje metala iz sedimenata. Slobodni metali su štetni po vodeni ekosistem, negativno utiču na poljoprivrednu proizvodnju i neretko mogu dovesti do potpunog gubitka vode za piće (Middelkoop, 2000).

3. IZVORI ZAGAĐENJA

3.1. Industrija i komunalne otpadne vode

Glavni uzročnik promena kvaliteta vode i izvor zagađenja životne sredine sa različitim toksičnim polutantima predstavlja na prvom mestu razvoj urbanizma, rast industrije kao i ostali moderni antropogeni faktori. Toksična jedinjenja dobijena kao rezultat industrijskih postrojenja ili komunalnih voda dospevaju u lanac ishrane. Prenose se na različite organizme i predstavljaju potencijalni rizik za živi svet (Hashemi i sar., 2015). U procesima prečišćavanja komunalnih i industrijskih otpadnih voda količine i karakteristike nastalog mulja zavise od svojstva i količine vode koja se obrađuje, tipa postrojenja za prečišćavanje i stepena prečišćavanja (Milošević i sar. 2023). U antropogene izvore zagađenja koji izazivaju ekološke i sanitarne probleme, svrstava se ispiranje urbanih površina i ispuštanje komunalnih i industrijskih otpadnih voda u prirodne sisteme. Odlaganje industrijskog otpada u vodenu sredinu utiče na promenu kvaliteta vode i smanjenje njene upotrebne vrednosti. Otpadne vode često su pomešane muljem i opasnim materijama, jer mogu da sadrže hemijske supstance i kao takve imaju izuzetno toksično dejstvo

na biocenu, kao i na ceo ekosistem. Ovakva zagađenja imaju kumulativno toksično dejstvo na vodene sisteme i životnu sredinu (Damjanov i sar. 2011).

3.2. Poljoprivredna proizvodnja

Vodeni ekosistem je izuzetno ugrožen različitim antropogenim aktivnostima. Poljoprivreda danas je veliki zagađivač životne sredine, jer utiče na čuvanje vodenih resursa i sam kvalitet vode (Parris, 2011). Razlog nastajanja ovakvog problema je upravo zbog povećanja upotrebe agrohemijskih sredstava. Đubriva, pesticidi i minerali su neophodni u povećanju poljoprivrednog prinosa, samim tim dolazi do povećanja koncentracije štetnih elemenata u vodi, a taloženje se dešava na nivou sedimenta (Dai, 2014). Zagađenja nastaju nakon navodnjavanja otpadnim vodama, spiranja mineralnih đubriva i hemijskih sredstava sa poljoprivrednih površina, takođe bacanje uginulih životinja predstavlja visok stepen zagađenja. Ovakve vode najpre menjaju kvalitet površinskih a zatim i dubinskih podzemnih voda. Što je veći procenat pesticida, jedinjenja azota i fosfora vode postaju opterećenije koncentracijom nutrijenata (Christensen i sar., 2005). Veštačka đubriva iako predstavljaju izvor nutrijenata za biljke zagađuju površinske vode. Dolazi do prenamnožavanja vodenih biljaka i planktona koji za posledicu imaju smanjenje nivoa kiseonika u vodi. Nakupljanje soli i mineralnih elemenata nakon navodnjavanja poljoprivrednih područja, čuvanje stajskog đubriva, otpada iz poljoprivrede i prehrambene industrije predstavljaju osnovni način zagađenja (Rajić, 2010). Teški metali pariraju zagađenju veštačkim đubrivom, jer deluju negativno na biljni svet. Toksični metali u koje spadaju kadmijum, hrom, nikal i živa direktno dospevaju u životnu sredinu uporebom pesticida i mineralnih đubriva (Davies i sar. 2001).

4. REAKCIJA BILJAKA NA ZAGAĐENJE

Voda predstavlja važan ograničavajući faktor u životnim procesima biljaka. Nedostatak vode manifestuje se na morfološkom, anatomskom i fiziološkom nivou. Zagađena voda deluje na biljni sistem blokirajući protok mineralnih materija. Navodnjavanje poljoprivrednih površina je od velike važnosti za opstanak biljnih vrsta, zbog čega je i veoma važno kontrolisati koncentracije polutanata u vodi (Leleš, 2013). Veliki ekološki problem predstavlja zagađenje kako površinskih, tako i podzemnih voda. Prema statističkim podacima poljoprivreda je najveći potrošač vode ukupno oko 45%; energetika troši oko 35%; stanovništvo je potrošač 12% vode, dok 8% vode troši industrija (Pavlović, 2004). Dokazano je na mnogim primerima negativan uticaj zagađenih voda na različite vrste biljaka (Heidari, 2013). Koncentracije teških metala menjaju kvalitet i upotrebljivost površinskih i podzemnih voda, a samim tim utiču na plodnost zemljišta. Zagađenja voda najčešće nastaju nekontrolisanom upotrebom agrohemijskih sredstava, iz otpadnih voda industrija i samih gradova (Canet, 2003).

5. PRAĆENJE KVALITETA VODE

Prema brojnim istraživanjima izdvojeno je 30 toksičnih polutanata vode. Kadmijum, cink, nikal, živa i hrom od teških metala; jedinjenja nitrata i fosfata; pesticidi; nafta ubrajaju se u izuzetno toksične polutante voda (Bursić i sar., 2013). Razvoj urbanizacije i antropogeni uticaj na životnu sredinu doveo je do povećanja pesticida i teških metala u otpadnim vodama (Sabo i sar., 2013). Od važnosti je pratiti koncentracije polutanata kontaminacije vode upravo u cilju zaštite životne sredine (Vojvodić, 2019). Nепrekidni monitoring kvaliteta površinskih i podzemnih voda je od značaja u održavanju ekološkog kontinuiteta. Na osnovu ograničavajućih faktora, prate se kvalitativni i kvantitativni elementi voda i ocenjuje njihovo relativno stanje. Na osnovu rezultata monitoringa voda razmišlja se o ostalim koracima u cilju smanjenja zagađenja (Tripković, 2003). Kvalitet voda možemo pratiti fizičko-hemijskim i biološkim metodama. Kombinacija i jedne i druge metode daje kompletne rezultate. Često analizom samo fizičko-hemijskih metoda se ne može sa sigurnošću reći da li nizak nivo detektovanih polutanata može uticati na povećanje zagađenja životne sredine. Dopuna fizičko-hemijskih metoda, toksikološkim i biološkim daje tačnu sliku nivoa prisutnog zagađenja i kakav uticaj ima na ekosistem (Serpa i sar., 2014).

5.1. Biomonitoring

Biološki monitoring se koristi u cilju praćenja uticaja faktora na životnu sredinu i njenih odgovora. Predstavlja praćenje reakcije određenih organizama na dejstvo toksičnih hemijskih jedinjenja u tačno definisanom periodu. Biomonitoring se sve češće upotrebljava za procenu osobina lokaliteta, procenu zagađenja na definisanim mestima i dolaženja do praktičnih i najboljih rešenja u cilju smanjenja zagađujućih elemenata. Naučnici ističu da se mora voditi računa na odgovor biljaka koje su podlegle efektu toksičnih čestica, jer svaki organizam daje različite odgovore na isti uticaj (Gerhardt i sar. 2006; Serpa i sar., 2014).

5.2. Bioindikatori

Bioindikatori su jasni pokazatelji određenih promena u ekološkoj sredini. Cilj bioindikatora je da pokaže promene u životnoj sredini kao i prisustvo zagađivača. Vezuju se za određeni lokalitet, dejstvo klimatskih faktora i prilagođenosti vrste određenim fizičkim faktorima. Ugroženost ili potpuno iščezavanje određenih vrsta alarmira prisustvo zagađujućih elemenata u ekosistemu (Stanković i sar., 2011). Da bi se živi organizam smatrao

bioindikatorom mora biti okarakterisan određenim osobinama. Da bude lako prepoznatljiv poseduje široki areal postojanja, reaguje na promene u životnoj sredini i ima sposobnost da se njim mogu lako vršiti laboratorijske analize. Reakcija indikatora na stresne fizičko-hemijske uticaje na osnovu koje se može doći do informacije o količini i intenzitetu ekspozicije (Büchs, 2003). Upotreba biljaka u praćenju stanja životne sredine je u velikoj upotrebi upravo zbog brzog reagovanja na različite promene ekoloških faktora sredine. Više biljke zadužene su za detekciju teških metala, intenzitet i prisustvo hemijskih materija (Oliva i Rautio, 2004); dok su niže biljke (najčešće jednogodišnje) uglavnom korišćene za praćenje sezonskih promena zagađenja (Gjorgieva i sar., 2011).

6. ZAKLJUČAK

Zagađenje vode je veliki problem, jer pored upotrebe za piće koristi se i za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Navodnjavanjem brojni pesticidi, teški metali, ugljovodoni i drugi polutanti lako dospevaju u lance ishrane. Glavni uzročnik promena kvaliteta vode i izvor zagađenja životne sredine sa različitim toksičnim polutantima predstavlja na prvom mestu razvoj urbanizma, rast industrije kao i ostali moderni antropogeni faktori. Razlog nastajanja ovakvog problema je upravo zbog povećanja upotrebe agrohemikalija. Đubriva, pesticidi i minerali su neophodni u povećanju poljoprivrednog prinosa, samim tim dolazi do povećanja koncentracija štetnih elemenata u vodi, a taloženje se dešava na nivou sedimenta. Veštačka đubriva, iako predstavljaju izvor nutritivenata za biljke zagađuju površinske vode. Dolazi do prenamnožavanja vodenih biljaka i planktona, koji za posledicu imaju smanjenje nivoa kiseonika u vodi. Veliki ekološki problem predstavlja zagađenje kako površinskih, tako i podzemnih voda. Prema statističkim podacima poljoprivreda je najveći potrošač vode ukupno oko 45%; energetika troši oko 35%; stanovništvo je potrošač 12% vode, dok 8% vode troši industrija. Kvalitet voda možemo pratiti fizičko-hemijskim i biološkim metodama. Kombinacija i jedne i druge metode daje kompletne rezultate. Biomonitoring se sve češće upotrebljava za procenu osobina lokaliteta, procenu zagađenja na definisanim mestima i dolaženja do praktičnih i najboljih rešenja u cilju smanjenja zagađujućih elemenata. Bioindikator su jasni pokazatelji određenih promena u ekološkoj sredini. Cilj bioindikatora je da pokaže promene u životnoj sredini kao i prisustvo zagađivača. Upotreba biljaka u praćenju stanja životne sredine je u velikoj upotrebi, upravo zbog brzog reagovanja na različite promene ekoloških faktora sredine.

LITERATURA

- Achleitner, S., De Toffol, S., Engelhard, C., & Rauch, W. (2006). The European Water Framework Directive: Water quality classification and implications to engineering planning. *Environmental Management*, 35(4):517-25.
- Bogdanović, G., Marković, J., Milošević, M., & Milošević, A. (2021). Air quality and proposed measures for its improvement on the territory of the city of Vranje, VII International Congress „Engineering, Environment and Materials in Process Industry“, EEM2021, March, 2021, Jahorina, Republik of Srpska, Bosnia and Herzegovina, ENV-29, pp. 208, ISBN 978-99955-81-38-1, COBISS.RS-ID 131270657.
- Büchs, W. (2003). Biodiversity and agri-environmental indicators-general scopes and skills with special reference to the habitat level. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98:35–78.
- Canet, R., Chaves, C., Pomares, F., & Albiach, R. (2003). Agriculture use of sediments from the Albufera Lake (eastern Spain). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95:29-36.
- Christensen, B.T., Lauridsen, T.L., Ravn, H.W., & Bayley M.A. (2005). Comparison of feeding efficiency and swimming ability of *Daphnia magna* exposed to cypermethrin. *Aquat Toxicol.*, 73(2):210-220.
- Chutter, F.M. (1998). Research on the rapid biological assessment of water quality impacts in streams and rivers. Water Research Commission Report No 422/1/98, Pretoria.
- Dai, L. (2014). Something old, something new, something borrowed and something blue - tackling diffuse water pollution from agriculture in China: Drawing Inspiration from the European Union. *Utrecht Law Review*, 10(2):136–154
- Damjanov, S., Gajer, J., Timotić, D., Kovačev, N., Stojnić, N., Mišković, M., & Nežić, V. (2011). Publikacija Voda - izvor održivog razvoja, Novi Sad.
- Davies, F.T. Jr., Puryear, J.D., Newton, R.J., Egilla, J.N., & Saraiva, G.J.A. (2001). Mycorrhizal fungi enhance accumulation and tolerance of chromium in sunflower (*Helianthus annuus*). *Journal of Plant Physiology*, 158(6):777-786.
- Dennis, I.A., Macklin, M.G., Coulthard, T.J., & Brewer P.A. (2003). The impact of the October/November 2000 floods on contaminant metal dispersal in the River Swale catchment, North Yorkshire, UK. *Hydrological Processes*.
- Gerhardt, A. (2000). Biomonitoring of Polluted Water-Reviews on Actual Topics. *Environmental Research Forum* (9), Trans Tech Publications, Uetikon-Zuerich, Switzerland.

- Gjorgieva, D., Kadifkova-Panovska, T., Bačeva, K., & Stafilov, T. (2011). Assessment of heavy metal pollution in republic of macedonia using a plant assay. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 60:233-240.
- Gvozdenac, S., Bursić, V., Vuković, G., Vuković, S., Inđić, D., Lazić, S., Pucarević, M., & Karagić, Đ. (2013). Determination of pesticide residues in water from irrigation canal in comparative study using LC-MS/MS and bioindicators. *Proceedings of The 19th International Symposium On Analytical And Environmental Problems*, 23 September, Proc. of the Int. Symposium on Analytical and Environmental Problems 68-71.
- Gvozdenac, S., Inđić, D., Vuković, S., Bursić, D., & Tričković, J. (2012). Assesment of water contamination using plants as bioindicators. 7th European conference on pesticides and related organic micropolutants in the environmental and 13th Symposium on chemistry and fate of modern pesticides, 7-10 October, Porto, Portugal, Book of abstracts, 154-155.
- Hashemi, S.A., FallahChay, M.M., & Tarighi, F. (2015). Analyzing lead adsorption by the sycamooore tree species in industrial park of Rasht, Iran. *Toxicology and Industrial Health*, 31(7):581-584.
- Heidari, H. (2013). Effect of irrigation with contaminated water by cloth detergent on seed germination traits and early growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 5(1):86-89.
- Ikenaka, Y., Nakamaya, S.S.M., Muzandu, K., Choongo, K., Teraoka, H., Mizuno, N., & Ishizuka, M. (2010). Heavy metal contamination of soil and sediment in Zambia. *Afr. J. Environ. Sci. Technol.*, 4:729-739
- Leleš, B. (2013). Rasuto zagaĐenje iz poljoprivrede i kvalitet površinskih voda. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Malobabić, R. (2003). Problemi zaštite Ńivotne sredine u ruralnim podruĉjima, *Ekologica*, 10(39-40):61-70.
- Milošević, A., Bogdanović, G., & Milošević, M. (2020). Characterization of recyclable plastic waste, *Knowledge - International Journal*, Issue Year: 43/2020, Issue No.3, December, 2020, Bansko, Bulgaria, pp.575-581.
- Milošević, M., Milošević, A., Nedeljković, S., Nešić, B., & Ranđelović, N. (2022). Testing and characterization of sludge from wastewater treatment XXXVII International Conference " The power of knowledge", October, 06 – 09. 2022. Perea, Greece.
- Middelkoop, F.I. (2000). Heavy netal pollution of the river Rhine and Meuse flood plains in The Netherlands. *Netherlands Journal of Geosciences*, 79:411-428.
- Novaković, V., Tomić, A., Nikolić, N., & Petrović, D. (2018). ZagaĐenje i zaštita zemljišta i podzemnih voda
- Oliva, S.R., & Rautio P. (2004). Could ornamental plants serve as passive biomonitors in urban areas? *Journal of Atmospheric Chemistry*, 49:137-148.
- Parris, K. (2011). Impact of Agriculture on Water Pollution in OECD Countries: Recent Trends and Future Prospects. *International Journal of Water Resources Development*, 27(1):33-52.
- Pavlović, M. (2004). Ekološko inženjerstvo, Tehniĉki fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin.
- Prica, M., Dalmacija, B., Dalmacija, M., Agbaba, J., Krĉmar, D., Tricković, J., & Karlovic, E. (2010). Changes in metal availability during sediment oxidation and the correlation with immobilization potential. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73(6):1370-1377.
- Rajić, Lj. (2010). Unapredjivanje elektrokinetiĉke remedijacije sedimenta zagadjenog teškim metalima. Doktorska disertacija, Prirodno-matematiĉki fakultet, Novi Sad.
- Sabo, A., Gani, A.M., & Ibrahim, A.Q. (2013). Pollution status of heavy metals in water and bottom sediment of river Delimi in Jos, Nigeria. *American Journal of Environmental Protection*, 1(3):47-53.
- Serpa, D., Keizer, J.J., Cassidy, J., Cuco, A., Silva, V., Goncalves, F., Cerqueira, M., & Abrantes, N. (2014). Assessment of river water quality using an integrated physicochemical, biological and ecotoxicological approach. *Environ. Sci.Processes Impacts*, 16:1434-1444.
- Stanković, D., Krstić, B., Orlović, S., Trivan, G., Pajnik Poljak, L., & Sijaĉić Nikolić, Lj. (2011). Woody plants and herbs as bioindicators of the current condition of the natural environment in Serbia. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(15):3507-3512.
- Vojvodić, K. (2019). Analysis of the eco-friendly method for removal of heavy metals from contaminated waters, University „Union-Nikola Tesla“ Belgrade