Зборник радова Факултета техничких наука, Нови Сад

УДК: 502.51
ДОИ: https://doi.org/10.24867/35MO01Gluvakovic

Компарација физичко-хемијских параметара реке Дунав у Немачкој, Аустрији, Мађарској и Србији

The Comparison of Physico-Chemical Parameters of the River Danube in Germany, Austria, Hungary, and Serbia

Никола Глуваковић, Маја Турк Секулић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Студијски програм – ИНЖЕЊЕРСТВО ТРЕТМАНА И ЗАШТИТЕ ВОДА

Кратак садржај – *Рад приказује резултате истраживања које је обухватало анализу и компарацију физичко-хемијских параметара у узорцима воде реке Дунав, прикупљених на одређеним локалитетима у Савезној Републици Немачкој и у Републикама Аустрији, Мађарској и Србији у лето 2024. године. Рад је написан у оквиру међународног пројекта „Стрим – звуци Дунава: Интердисциплинарна едукација о животној средини".*

Кључне речи: *Дунав, загађење површинских вода, паркови природе, пројекат „ Стрим".*

Abstract – *The paper presents the results of a study that analyzed and compared physicochemical parameters in water samples from the Danube River that were collected at specific locations in the Federal Republic of Germany and the Republics of Austria, Hungary, and Serbia. The paper was written within the international project "Stream - The Sounds of the Danube: Towards an Interdisciplinary Environmental Education".*

Keywords: *Danube, surface water pollution, nature parks, The "Stream" project.*

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Маја Турк Секулић, ред. проф.

1. УВОД

Реке се могу посматрати као крвни судови Земље и кључне су за развој људске цивилизације, кроз обезбеђивање свеже воде за насеља, индустрију, рибарство и транспорт. Током времена, дошло је до истовременог повећања експлоатација река за снабдевање питком водом, транспортом, производњом електричне енергије итд [1].

Истраживање у раду даће приказ метода које су коришћене за испитивање узорака и репрезентативне физичко-хемијске параметре који описују квалитет воде реке Дунав на одређеним локалитетима у поменутим државама. Основна идеја је била да разумемо колико се квалитет воде у Дунаву мења док пролази од изворишта у Савезној Републици Немачкој до Црног мора и како антропогене активности утичу на његов квалитет.

2. ЗНАЧАЈ УЗОРКОВАЊА, ОЦЕЊИВАЊЕ И МОНИТОРИНГ КВАЛИТЕТА АКВАТИЧНИХ СИСТЕМА

Сврха прикупљања репрезентативног узорка површинске воде, било са руралног или урбаног локалитета, јесте да се утврди њен квалитативни и квантитативни статус. У циљу континуалног мониторинга, узорци воде се сакупљају и анализирају више пута током недеља, месеци, година и деценија како би се прецизније утврдило како се услови у воденом телу мењају током времена [2].

У развијеним земљама, рутински се прати широки спектар (често више стотина) органских загађујућих материја, нутријената и метала, уз опсежан спектар физичких, хемијских и биолошких параметара. Посебна пажња се обраћа на кључне параметре за које је познато да имају највећи утицај на речни еколошки статус, тј. фосфате, амонијак, нитрате, pH и концентрацију раствореног кисеоника. На основу добијених података, може се утврдити да ли површинске воде испуњавају стандарде и задовољавају еколошки статус према утврђеним правилницима [3].

Постоје три врсте мониторинга површинских вода:

- надзорни;
- оперативни;
- истраживачки [4].

3. КВАЛИТЕТ ВОДЕ У РЕЧНИМ БАСЕНИМА

Квалитет површинских вода утиче на природне процесе, као и на антропогене активности. Природни фактори као што су геолошке формације, типови земљишта, климатски услови и хидролошке карактеристике природно утичу на параметре квалитета воде. Међутим, антропогене активности (урбанизација, индустријализација, рударство, пољопривреда и повећана потрошња воде) значајно доприносе деградацији површинских вода.

Примера ради, петрохемијска индустрија утиче на квалитет површинских вода испуштајући нитрате, хлориде, сулфате и нафтне деривате у реципијент. Пољопривреда утиче на квалитет површинским отицањем азота и фосфора. Антропогени фактори често делују заједно као стални извори загађења и тако нарушавају водене екосистеме и умањују употребљивост површинских вода. Редовно праћење квалитета воде у речним басенима и препознавање санитарних ризика су важни за примену одговарајућих превентивних мера ради заштите животне средине и јавног здравља [5].

4. ПРОЈЕКАТ „СТРИМ - ЗВУЦИ ДУНАВА: ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНА ЕДУКАЦИЈА О ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ“

Пројекат „Стрим – звуци Дунава: Интердисциплинарна едукација о животној средини” је имао сврху да промовише свест и образовање о заштити животне средине кроз комбинацију научних и акустично-уметничких приступа. Кроз пројекат су се анализирао квалитет воде и звучни пејзаж дуж реке Дунав у Немачкој, Аустрији, Мађарској и Србији. Музика и звучни снимци су омогућили да се уоче сличности и разлике у звучном пејзажу на неколико локалитета, док узимањем узорака воде са истих су се прикупљали подаци о квалитету и загађености воде у Дунаву. Комбиновањем ова два приступа и добијених резултата, јавност у све четири поменуте земље је имала приступ подацима путем дигиталне платформе знања, омогућавајући нови приступ образовању о зашитити животне средине и подстичући људе да се ангажују ради њене заштите. Пројекат су заједно спроводили СРХ Универзитет у Хајделбергу (Немачка) у сарадњи са Универзитетом музике и уметности у Бечу (Аустрија), Универзитетом у Печују (Мађарска) и Универзитетом у Новом Саду (Србија) у периоду јул-август 2024. године [6].

5. ДУНАВ И ЊЕГОВА ИЗЛОЖЕНОСТ ЗАГАЂЕЊУ

Дунав је друга најдужа река у Европи након Волге и друга је најбогатија водом река у Европи. Од извориштa у Немачкој до Црног мора са дужином од 2826 km, Дунав пролази кроз 10 европских држава. Његов улгавном источни ток служио је као коридор за миграције и трговину и граница која је била строго чувана хиљадама година. Дунав у Србији има социјалне, економске и еколошке димензије и важан је природни водни ресурс [7].

6. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ УЗОРКОВАЊА

Физичко-хемијски парамтетри који су испитивани током истраживања ради утврђивања еколошког стања воде у Дунаву су: нитрати и нитрити, укупан фосфор, укупан хром, укупан органски угљеник (ТОС) и јони бакра, кадмијума и олова.

У Табели 1 су приказане локације узорковања воде у Немачкој. Потребно је напоменути да се дате локације налазе у немачкој савезној држави Баден-Витемберг, где се налази извориште Дунава у регији Шварцвалд (Црна шума).

Табела 1. Број прикупљених узорака по локацији и датуми узорковања у Немачкој

Број узорака	Локација	Датум
3	Тиергартен	02.07.2024
3	Гутенштајн	02.07.2024
3	Дитфурт	02.07.2024
1	Инцигкофен	02.07.2024
1	Лајц	02.07.2024
7	Фридинген	03.07.2024
2	Имендинген	03.07.2024
2	Ахквеле	03.07.2024
6	Донаушенинген	04.07.2024

У Табели 2 су приказане локације узорковање воде у Аустрији, Мађарској и Србији.

Табела 2. Број прикупљених узорака по локацији и датуми узорковања у Аустрији, Мађарској и Србији

Број узорака	Локација	Датум
1	Штајнспорнбруке (Беч, Аустрија)	03.09.2024
1	Донауштатбруке (Беч, Аустрија)	03.09.2024

1	Маријенбруке (Беч, Аустрија)	03.09.2024
1	Хајош Јатсотер (Мохач, Мађарска)	04.09.2024
1	Мохачи рев (Мохач, Мађарска)	04.09.2024
1	Ујмохачи сабадштранд (Мохач, Мађарска)	04.09.2024
1	Рибарско острво (Нови Сад, Србија)	06.09.2024
1	Данубиус – ушће канал ДТД (Нови Сад, Србија)	06.09.2024
1	Шангај (Нови Сад, Србија)	06.09.2024

Сви узорци су били посебно означени идентификационим кодовима. На свакој локацији узорковања су узете и тачне координате (географска ширина и дужина) уз помоћ апликације Гугл мепс (енг. Google Maps).

Узорци су прикупљени у стакленим флашама од 0,5 L и чувале су се у преносним фрижидерима приликом транспорта до лабораторија за испитивање. Узорци воде из Немачке су лабораторијски анализирани у акредитованој лабораторији граду Хајделбергу, док су узорци из Аустрије, Мађарске и Србије анализирани у Новом Саду, у Институту за јавно здравље Војводине.

Приликом испитивања у лабораторији, методе које су се користиле за анализу узорака су следеће:

- волуметријска;
- спектрофотометријска;
- ICP-MS;
- пламено-фотометријска;
- рачунска;
- оксидација на високој температури.

7. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Резултати анализираних елемената варирају од локације до локације у ове четири државе и њихова концентрација умногоме зависи од развијености индустрије, пољопривредних активности и количине третираних отпадних вода. Пошто су узорци у Немачкој прикупљени на локацијама у руралном подручју где нема значајних индустријских постројења и једини значајни извор загађења представљају пољопривреда и канализација. Међутим, у Савезној Републици Немачкој је обавезна пракса да се све отпадне воде, било да потичу из привредних објеката или приватних домаћинстава, морају третирати пре испуштања у реципијент. Иако је пракса слична у Аустрији, ситуација је другачија јер се локације узорковања налазе у урбаној средини, тј. у граду Бечу. Анализе су показале за нијансу веће концентрације хрома, кадмијума, бакра и олова услед већих количина отпадних вода из домаћинстава и индустријских постројења. Такође, вредно спомињања јесте и речни саобраћај. У односу на прве-две земље, узорци воде из Дунава у Мађарској и Србији имају веће концентрације хрома, кадмијума, бакра и олова, што је последица мањег третмана отпадних вода из домаћинстава и привредних објеката, а овај проблем је поготово изражен у Србији. Нема великих разлика у концентрацијама фосфора, нитрата и нитрита у узорцима из све четири земље, а концентрације TOC-а се повећавају низводно од локација узорковања у Немачкој.

Резултати испитиваних елемената из узорака из све четири земље су приказани на графицима 1-4. Сваки график представља резултате анализе узорака за сваку земљу.

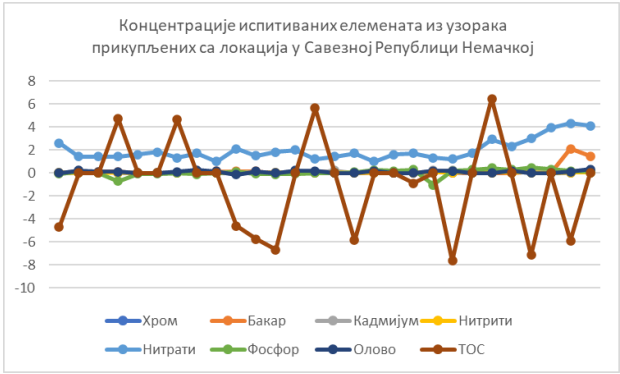


График 1. Измерене концентрације (mg/L) испитиваних елемената из узорака прикупљених са локација у Савезној Републици Немачкој



График 2. Измерене концентрације (mg/L) испитиваних елемената из узорака прикупљених са локација у Републици Аустрији

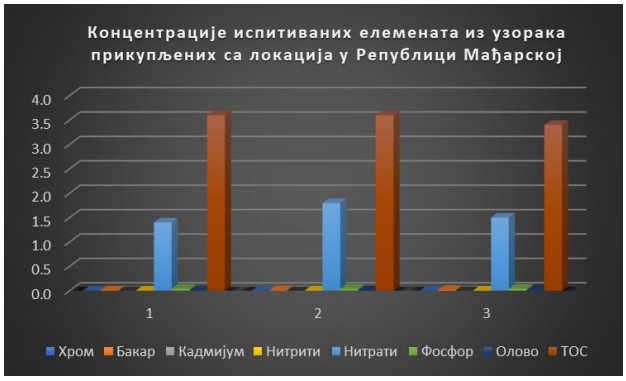


График 3. Измерене концентрације (mg/L) испитиваних елемената из узорака прикупљених са локација у Републици Мађарској



График 4. Измерене концентрације (mg/L) испитиваних елемената из узорака прикупљених са локација у Републици Србији

8. ЗАКЉУЧАК

Важност мониторинга квалитета површинских вода представља темељ за ефикасно вођење политике заштите животне средине, заштите водних ресурса и заштиту јавног здравља. Да би политика заштите животне средине и водних ресурса била успешна, потребно је предузети значајне кораке како би се избегле негативне последице по јавно здравље и здравље локалних екосистема. Током истраживања, Немачка и Аустрија су се показале као најбоље државе-представнице са најбољом и најефикаснијом политиком и праксом заштите животне средине, иако постоји значајна разлика у одабиру локација за узорковања, тј. локације узорковању у Немачкој се налазе у руралном подручју, док се у Аустрији локације налазе у градској средини, што резултира другачији квалитет површинских вода. Са друге стране, Мађарска у овом делу заостаје за Немачком и Аустријом, док Србија заостаје за све три земље, што је резултат због недовољне развијене свести о заштити животне средине, примене закона и недовољно развијене инфраструктуре за третман отпадних вода. Чинећи податке о квалитету површинских вода јавно доступним, појединци могу доносити одговарајуће одлуке како би допринели заштити јавног здравља и учествовали у напорима за заштиту реке Дунав.

9. ЛИТЕРАТУРА

[1] Zuo, Q.; Hao, M.; Zhang, Z.; Jiang, L. Assessment of the Happy River Index as an Integrated Index of River Health and Human Well-Being: A Case Study of the Yellow River, China. Water 2020, 12, 3064. https://doi.org/10.3390/w12113064

[2] Rickert, B.; Chorus, I.; Schmoll, O. Protecting surface water for health: Identifying, assessing and managing drinking water quality risks in surface-water catchments. World Health Organization, 2016, ISBN 9789241510554

[3] Bowes, M.; Sinha, R.; Joshi, H.; Read, D. River Water Quality Monitoring. Emerging Science For Sustainable Water Resource Management

[4] https://institutjjs.hr/monitoring/vrste-monitoringa/ (приступљено у септембру 2025.)

[5] Milijašević Joksimović, D.; Jakovljević, D.; Jojić Glavonjić, T. Evaluation of Water Quality in the Tamiš River in Serbia Using the Water Pollution Index: Key Pollutants and Their Sources. Water 2025, 17, 1024. https://doi.org/10.3390/w17071024

[6] https://democratia-aqua.org/stream-project/ (приступљено у септембру 2025.)

[7] Sommerwerk, N.; Hein, T.; Schneider-Jacoby, M.; Baumgartner, C.; Ostojić, A.; Siber, R.; Bloesch, J.; Paunović, M.; Tockner, K. The Danube River Basin. 2009. Rivers of Europe. Academic Press. Inc.

Кратка биографија:



Никола Глуваковић рођен је у Новом Саду 1996. године. Мастер студије из области Инжењерства заштите животне средине, студијског програма Инжењерство третмана заштите вода је уписао 2021. и успешно их завршио 2025.године.
Контакт:
n.gluvakovic@gmail.com



Проф. др Маја Турк Секулић је редовни професор на Факултету техничких наука из области Инжењерства заштите животне средине.
Контакт:
majaturk@uns.ac.rs