

Biološka i kemijska analiza vode u rijeci Krapinici

Ana Culej, prof. savjetnik

Irena Futivić, prof. mentor

Maja Novački, mag. educ.

Gimnazija A.G. Matoša Zabok

Zabok, 2019.

SAŽETAK

Ispitana je kvaliteta vode rijeke Krapinice praćenjem fizikalno-kemijskih i bioloških parametra.

Analiza vode izvršena je uzimanjem uzoraka vode na tri postaje tijekom tri mjeseca 2018. godine. Na osnovu izmjerjenih vrijednosti i definiranih maksimalno dopuštenih vrijednosti pojedinih parametara utvrđena je kvaliteta vode. Na temelju izmjerjenih parametara, a prema Standardima kakvoće vode za ocjenu ekološkog stanja za vodotoke (NN 73/2013) prema količini nitrata voda rijeke Krapinice na mjernim postajama spada u vode dobrog ekološkog stanja. Vrijednosti biotičkog indeksa pokazuju da je rijeka Krapinica slabo onečišćena na postaji Hum Lug i Zabok, a rijeka Krapina jako onečišćena na postaji Veliko Trgovišće.

Projekt Lumen odobren je na natječaju "Poticanje rada s darovitim djecom i učenicima na predtercijskoj razini" u okviru OP Učinkoviti ljudski potencijali (ugovor UP.03.2.02.0111), a provodio se od 2017. - 2019. godine u 9 OŠ i SŠ Krapinsko-zagorske županije.

Ključni pojmovi: projekt Lumen, daroviti učenici, biološka i kemijska analiza vode, biotički indeks

UVOD

Rijeka Krapina je lijeva pritoka rijeke Save. Duga je 75 km i cijelim tokom protječe kroz Hrvatsko zagorje. Na južnim padinama Maceljskog gorja izvire rijeka Krapinica. Pritoka je Krapine, a njezina dužina iznosi 34,7 km. Ona teče kraj Krapine, Svetog Križa Začretja i Zaboka. Južno od sela Pavlovec Zabočki ulijeva se u Krapinu. Naše istraživanje proveli smo na rijeci Krapinici i Krapini.

U razgovoru s ribičima doznali smo da u rijeci Krapinici žive klen, crvenperka, šaran, mrena, babuške, ukljika poznata pod nazivom bjelka. Uz vodu žive divlje patke, sive čaplje, dabar, riječni rak. Uz rijeku rastu vrbe, žute perunike.

Istraživali smo makrobeskralježnjake i ispitivali fizikalno-kemijska svojstva vode.

Makrobeskralježnjaci (poznati i pod nazivom makrozoobentos) su sitne životinje bez kralježnice koje se ne mogu vidjeti bez pomoći luke. Ostali primjeri uobičajenih makrobeskralježnjaka uključuju rakove (npr. potočne i riječne rakove), puževe, maločetinaše i pijavice.

Većina životinja koje žive u tekućim vodama, vezane su za dno, uglavnom su slabo pokretne ili žive sjedilački. Neke provode samo dio života u vodi, najčešće kao ličinke, a mogu se naći u mulju, ispod kamenja ili između čestica šljunka.

Makrobeskralježnjaci su dobri pokazatelji uvjeta u pojedinom staništu jer su mnogi osjetljivi na promjene kiselosti, temperature, količine otopljenog kisika i drugih čimbenika u vodi.

Da bi preživio čitav životni ciklus, određeni organizam treba konstantnu kvalitetu vode.

Najčešće je nemoguće prebrojiti sve jedinke svake vrste koja je prisutna na staništu.

Radi toga, uzimamo uzorce organizama na staništu, te računamo raznolikost koju smo našli u tom uzorku da bismo procijenili istinsku bioraznolikost na staništu.

Ciljevi našeg istraživanja su:

- odrediti fizikalno-kemijski sastav vode rijeke Krapinice
- odrediti i usporediti kvalitativni i kvantitativni sastav makrobeskralježnjaka te utjecaj fizikalno-kemijskih pokazatelja vode (temperatura, pH) na istraživačkim postajama
- odrediti biotički indeks i Sörensov indeks sličnosti
- izmjeriti dimenzija riječnog toka i njegove brzine te odrediti protok

ISTRAŽIVAČKO PITANJE - kakva je kvaliteta vode rijeke Krapinice?

HIPOTEZA - rijeka Krapinica je umjerenog zagađena i brojnost makrobeskralježnjaka ovisit će o fizikalno-kemijskim pokazateljima vode i o vrsti dna

ZAVISNA VARIJABLA - fizikalno-kemijski sastav vode rijeke Krapinice i sastav makrobeskralježnjaka

NEZAVISNA VARIJABLA - uzorci vode na različitim postajama

MATERIJALI I METODE RADA

MATERIJALI

- bentos mreža, 20 staklenih posuda s poklopcom za odlaganje materijala, 75% vodna otopina etilnog alkohola, kuhijsko cjedilo za odvajanje velikih čestica, kante, pincete, termometar, Petrijeve zdjelice, binokularna rupa, kapaljke, digitalni fotoaparat ili mobitel, gumene čizme, biološki materijal za determinaciju



METODE RADA

Za istraživanje smo izabrali dva različita mikrostaništa duž rijeke Krapinice i jedno na rijeci Krapini. Dva mikrostaništa su u području manje antropogene aktivnosti (Hum Lug- postaja 1, Zabok - uz industrijsku cestu- postaja 2) i jedno mikrostanište je izloženo većim antropogenim utjecajima - u kanalizacijskom dijelu toka rijeke Krapine(Veliko Trgovišće - postaja 3). Istraživanje je započelo u 9. mjesecu 2018.

Biološki materijal prikupljen je od 9. -11. mjeseca 2018. Bentos mrežom s odabrane lokacije uzorkovana je podloga s dna površine 1m² s dubine od 40-50 cm. Zatim je sav prikupljeni materijal izliven u kantu.Uzorak iz kante je ispran kroz cjedilo i stavljen u Petrijeve zdjelice.



Slika 1. Uzimanje uzoraka vode
na postaji Hum Lug



Slika 2. Uzimanje uzoraka vode
na postaji Zabok

U analizi i obrada podataka koristili smo i BMWP-ASP metodu (Armitage i sur.1983.Alba-Tercedor i sur.,1988.1988.Martin i sur. 2007.) i ključ Kerovac (1996)

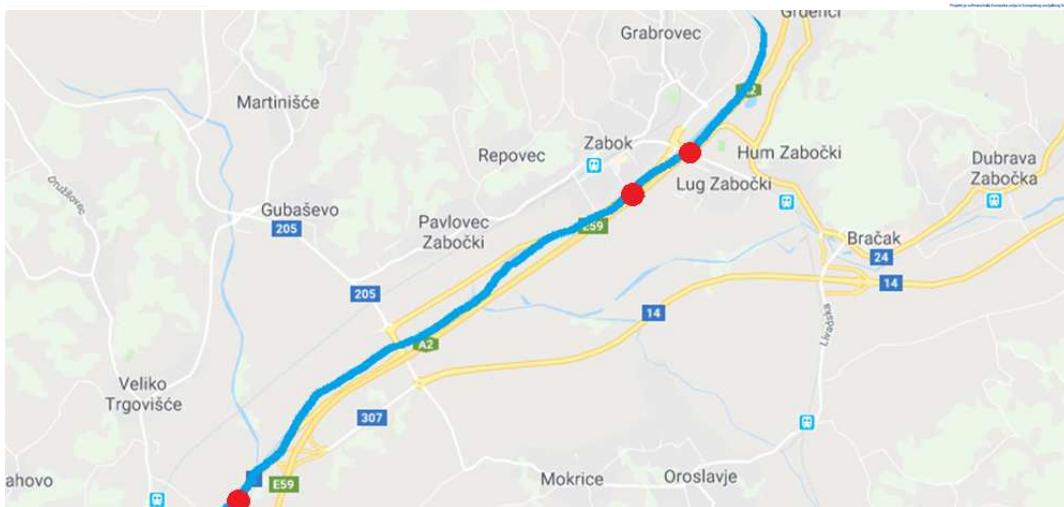


Slika 3. Fizikalno-kemijska analiza vode rijeke Krapinice



Slika 4. Određivanje makrobeskralježnjaka

Podatke smo usporedili podacima Zavoda za Javno zdravstvo i Hrvatske vode.



Slika 5. Istraživano područje rijeke Krapinice

ODREĐIVANJE BIOTIČKOG INDEKSA

Radi se o najjednostavnijoj biološkoj metodi za određivanje kakvoće vode. Svaka vrsta indikatora dobiva bodove u rasponu od 1 do 10, koji opisuju obilježje vrste s obzirom na kakvoću vode. Vrste koje dolaze u čistim, obično brdskim tekućicama, dobivaju 10 bodova, a vrste indikatori najsnažnijeg onečišćenja 1 bod.

- Ostale vrste dobivaju onoliko bodova koliko odgovara njihovoj osjetljivosti na onečišćenje. Potrebno je utvrditi biotički bodovni indeks (BBI) tako da ukupni zbroj bodova (UB) podijelimo s brojem utvrđenih indikatora (N). Kod toga se zanemaruju ostale nađene vrste koje nisu na popisu indikatora.
- **BBI = UB/N**
- **Sörensov indeksu sličnosti**
- uspoređen je broj svojti za postaju 1 i postaju 2 prema Sörensovom indeksu sličnosti.
- Sörensov indeks sličnosti (S) izračunali smo prema formuli:

$$S = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

c – broj zajedničkih vrsta na dva staništa (postaja 1 i postaja 2)

a – ukupni broj vrsta na prvom staništu (postaja 1)

b – ukupni broj vrsta na drugom staništu (postaja 2)

Izvršena su i mjerena dimenzija riječnog toka i njegove brzine te određivanje protoka vode.

REZULTATI

Kordinate

Postaja 1- širina $46^{\circ} 1' 33''$ i dužina $15^{\circ} 54' 49''$

Postaja 2 - širina $46^{\circ} 1' 14''$ i dužina $15^{\circ} 54' 19''$

Postaja 3 - širina $45^{\circ} 59' 36,697469''$ i dužina $150^{\circ} 51' 9,5639''$

Tablica 1. Fizikalno-kemijska svojstva vode na istraživanim postajama

Naziv postaje	HUM LUG			ZABOK			VELIKO TRGOVIŠĆE		
Parametri	21.09. 2018.	28.09. 2018.	9.11. 2018.	21.09. 2018.	28.09. 2018.	9.11. 2018.	21.09. 2018.	28.09. 2018.	9.11. 2018.
Temperatura $^{\circ}\text{C}$	20	12	14	19	15	11	20,2	16,5	15
pH	7,5	7	6,5	6,5	7,5	6,5	7,5	7,5	7,5
Amonijevi ioni mg/L	0,2	0,1	0,5	0,5	0,5	1,5	1,3	1,5	1,9
Tvrdoća mg/L	373,8	249,2	178,5	249,2	267,6	178,5	373,8	320,4	214,2
Željezo mg/L	0,1	0,1	0,1	0,09	0,2	0,05	0	0	0,1
Nitriti mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrati mg/L	0,88	0,91	1	1,53	1,78	1,88	1,88	2	2,5
Fosfati mg/L	0,5	0,3	1,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Kisik mg/L	3	3	3	5	6	5	4	10	8

MAKROBESKRALJEŽNACI

Nakon prikupljanja biološkog materijala napravljena je determinacija.

Determinacija je rađena prema ključevima Kerovac (1996) i BMWP-ASP metodi (Armitage i sur.1983.Alba-Teredor i sur.,1988.1988.Martin i sur. 2007.)

Tablica 2. Brojčane vrijednosti za biotički indeks prema BMWP-ASP metodi (Armitage i sur.1983.Alba-Teredor i sur.,1988.1988.Martin i sur. 2007.) i Kerovac (1996)

Determinirane skupine beskralježnjaka	Broj bodova
vodencvjetovi	11
pijavice	3
tulari	10
kornjaši	5
dvokrilci	4
vretenca	8
virnjak	4
maločetinaši	1
muljar	5
puž	2
ličinka kornjaša	9
ličinka dvokrilaca	5
ličinka vodencvijeta	10
ličinke tulara	9

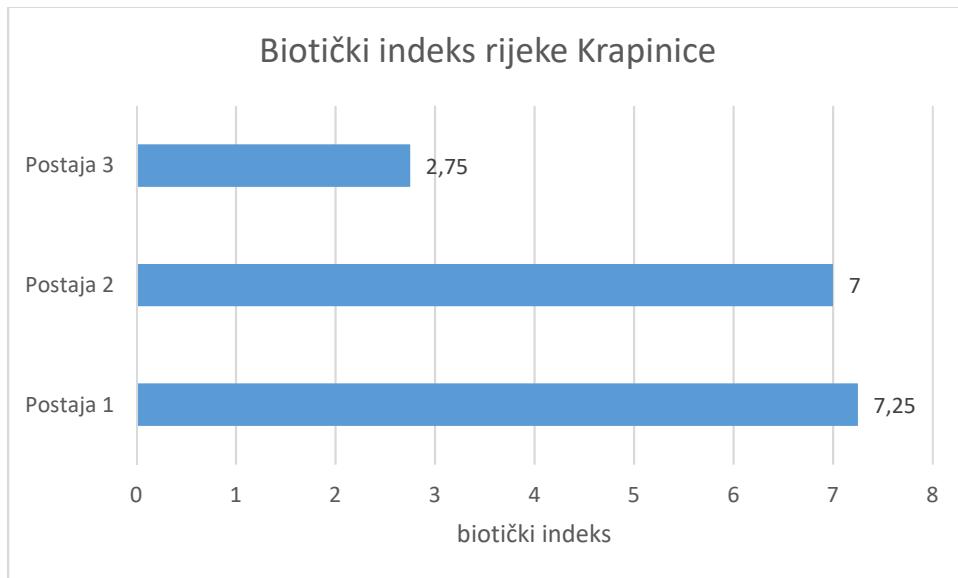
Veća brojčana vrijednost BBI ukazuje na bolju kvalitetu vode.

Tablica 3. Vrijednost BBI

10-8	Prirodne čiste vode (I klasa)
8-6	Slabo onečišćene vode (II klasa)
6-4	Onečišćene vode (III klasa)
4-2	Jako onečišćene vode (IV klasa)
2-1	Vrlo jako onečišćene vode (V klasa)

Tablica 4. Zastupljenost vodenih beskranješnjaka na istraživanim postajama

Redni broj	Naziv svojte	Postaja 1	Postaja 2	Postaja 3
1.	Ličinka vodencvijeta	+	+	
2.	Pijavica	+	+	+
3.	Tulari	+	+	
4.	Kornjaši	+	+	
5.	Dvokrilci	+	+	
6.	Vretenca	+		
7.	Vodencvjetovi		+	
8.	Muljarice		+	
9.	Maločetinaši			+
10.	Puž			+
11.	Ličinke dvokrilca			+
12.	Ličinke kornjaša	+	+	
13.	Virnjaci		+	
14.	Ličinke tulara	+	+	
	Ukupno svojti	8	10	4
	% od svih nađenih svojti	57,14	71,42	28,57
	Biotički indeks	7,27	7	2,75



Slika 6. Vrijednosti biotičkog indeksa rijeke Krapinice na postajama 1, 2 i 3



Slika 7. Ispitivanje broja makrobeskralježnjaka na mjestima uzimanja bioloških uzoraka

Sörensov indeks sličnosti

Sörensov indeks sličnosti može imati vrijednosti od 0-100, a izražava se u %. Struktura istraživanih staništa je sličnija što je indeks veći.

$$S=2x7/8+10 \times 100$$

Zajednički broj svojti u postaji 1 i postaji 2 je 7, a ukupan broj svojti je 14.

Sörensov indeks sličnosti (S) je 77,77%.

Tablica 5. Analiza vode u rijeci Krapini za 2018. godinu Zavoda za Javno zdravstvo Varaždinske županije

POSTAJA	17551, Krapinica, Zabok		
	10.10.2018	07.11.2018	06.12.2018
	V 01995/18	V 02170/18	V 02381/18
Fizikalno kemijski pokazatelji			
Alkalitet m-vrijednost (mgCaCO ₃ /l)	250	330	335
Boja (mg/l Pt/Co)	28,7	17,7	11,6
Električna vodljivost pri 25°C (μS/cm)	513	664	725
pH vrijednost	7,7	7,7	7,8
Suspendirane tvari ukupne (mg/l)	34	14	12
Temperatura vode (°C)	15,3	13,1	5,7
Tvrdoća ukupna (mgCaCO ₃ /l)	256	352	340
Hranjive tvari - Organski ugljik			
Ukupni organski ugljik (TOC) (mgC/l)	7,5	5,2	4,9
Hranjive tvari - Spojevi dušika			
Amonij (mgN/l)	0,507	0,632	1,49
Anorganski dušik (mgN/l)	2,287	2,512	3,35
Nitrati (mgN/l)	1,78	1,88	1,86
Nitriti (mgN/l)	<0,01	<0,01	<0,01

Organski dušik (mgN/l)	0,653	0,488	0,86
Ukupni dušik (mgN/l)	2,94	3	4,21
Hranjive tvari - Spojevi fosfora			
Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	0,077	0,114	<0,025
Ukupni fosfor (mgP/l)	0,196	0,253	0,183
Organski spojevi - Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH)			
Fluoranten (µg/l)	<0,0009	0,00184	<0,0009
Režim kisika			
BPK ₅ (mgO ₂ /l)	4,35	3,95	5,31
KPK-Mn (mgO ₂ /l)	7,74	5,76	5,75
Otopljeni kisik (mgO ₂ /l)	6,79	7,04	9,61
Zasićenje kisikom (%)	67,9	67,05	76,57



Slika 8. Živi svijet rijeke Krapinice

Rezultati fizikalno-kemijskih svojstava vode naših mjerena i mjerena ZJZ su se u većoj mjeri poklapali. Koristeći podatke Zavoda za Javno zdravstvo uočavamo da se izmjerene vrijednosti kreću unutar granica MDK. Stoga smatramo da je ekološko stanje rijeke Krapine dobro.

Tablica 6 .Dimenzije riječnog toka rijeke Krapinice i protok vode

Rijeka Krapinica	širina korita (m)	srednja vrijednost dubine korita (m)	brzina strujanja vode (m/s)	protok vode na postaji (m ³ /s)	energija sadržana u vodi (Ws)
	10,73	1,09	0,1	1.17	117 761,2

Protok vode ovisi godišnjem dobu, geografskim i klimatskim uvjetima



RASPRAVA

Od rujna do studenog 2018. obavljena su terenska istraživanja na rijeci Krapinici i Krapini na tri postaje. Radom na terenu prikupljeni su uzorci vode i makrobeskralježnjaka bentosa za determinaciju. Rezultati mjerena temperature, ph, amonijevih iona, tvrdoće, željeza, nitrita i nitrata, fosfata i kisika dani su u tablici 1. Iz rezultata je vidljivo da je ph vode na postajama iznosi od 6,5-7,5.

Vrijednosti izmjerene tvrdoće pokazuju da je voda rijeke Krapinice i Krapine srednje tvrda do tvrda. Vrijednosti željeza iznose 0,09 -0,2 mg/L. Navedene vrijednosti predstavljaju gornju granicu za ribe. Vrijednosti nitrita iznosile su <0,01mg/L. Vrijednosti nitrata kreću se od 0,88-2,5. Povišene vrijednosti nitrata i nitrita pokazuju na onečišćenje, izljev komunalnih voda i ispiranje umjetnih gnojiva.

Vrijednosti nitrata od 0,7-2,5 mg N/L, ukazuju na dobro stanje rijeke Krapinice.(NN 73/213)

Vrijednosti fosfata kreću se od 0,2 -1.2 mg/L . Izmjerene su vrijednosti kisika od 3-10 mg/L.

Kisik nastaje u procesu fotosinteze, a troši se u procesu disanja. Vrijednosti od 10 mg/L u vodi omogućuju normalno disanje.

Hidrološka mjerena na rijeci Krapinici pokazala su da je ona svake godine sve čišća. Smatra se da je uzrok tome smanjenje površine obradivog poljoprivrednog zemljišta , sanacija kanalizacijskih otpadnih voda iz kućanstava i industrijske proizvodnje u gradu Zaboku.

Naša istraživanja pokazala su da je rijeka Krapinica slabo onečišćena na postaji 1 i 2, a rijeka Krapina jako onečišćena na postaji 3. Najmanji je broj svojti na postaji 3 (28,57%), dok se broj svojti na postaji 1 i 2 mnogo ne razlikuje.(tablica 4). Sőrensov indeks sličnosti iznosi 77,77% što nam pokazuje na veliku sličnost istraživanih staništa u postaji 1 i 2.

Kako bi se uvjерili u točnost naših podataka zatražili smo podatke od Hrvatskih voda i Zavoda za Javno zdravstvo i usporedili ih s našim podatcima . Podatci naših mjerena i mjerena ZZZ su se u većoj mjeri poklapaju.

Jako onečišćenu vodu (IV klasa) dobili smo u 3. postaji koja je bila pokraj Velikog Trgovišća. U sjeverozapadnom i centralnom dijelu naselja Veliko Trgovišće, izgrađen je mješoviti sustav odvodnje s dva ispusta (jedan u Ulici dr. Stanka Pinjuha, a drugi na lokaciji budućeg uređaja za pročišćavanje otpadnih voda) u rijeku Krapinu koja je dio slivnog područja rijeke Save. Zbog ulijevanja kanalizacijske vode opterećene organskim tvarima u kanal, bilo je za očekivati takav rezultat.



Projekt je sufinancirala Evropska unija iz Europskog socijalnog fonda.

ZAKLJUČAK

- Prema graničnim vrijednostima pokazatelja eutrofikacije u rijekama kategorija stanja u rijeci Krapinici je dobro prema količini nitrata. (*Uredba o kvaliteti vode NN 73/2013*)
- Prema količini nitrata na istraživanim postajama rijeke Krapinica na području Hum Luga pripada II. vrsti (mezotrofna), a prema količini nitrata na području Zaboka i Velikog Trgovišća pripada III. vrsti (umjereni eutrofna) (*Uredba o kvaliteti vode NN 77/98*).
- Prema biološkim pokazateljima (analiza makrobeskralježnjaka) voda rijeke Krapinice na postaji 1 (Hum Lug) i postaji 2 (Zabok) je slabo onečišćena (II. klasa), a voda na postaji 3 (Veliko Trgovišće) je jako onečišćena (IV. klasa).
- Brzina riječnom toku je premala za dobivanje korisne energije, potreban veći protok vode koji ovisi o periodu godine

LITERATURA

1. Kerovec, M. ,1986. Priručnik za upoznavanje beskralježnjaka naših potoka i rijeka. SNL,Zagreb
2. Kerovec, M., 1988. Ekologija kopnenih voda. Mala ekološka biblioteka, Knjiga 3, Hrvatsko ekološko društvo i dr., A. Pelivan, Zagreb
3. Kerovec M., 1996. Metoda bodovanja, Športski ribolov, 6: 43-45.
4. Protokol za slatkvodne makrobeskralježnjake; Prevela i prilagodila: Renata Matoničkin Kepčija, Program GLOBE 2003.
5. Sertić Perić.M.,Radanović.I.,Urbani potoci-pristupačna staništa za provedbu ekoloških istraživanja u nastavi prirode i biologije, EdBi,broj 3 : 106-12, 2017.
6. Piria, M.,Plankton i bentos- Skripta za vježbe, 2006., Agronomski fakultet Zagreb, str.113-116.
7. Državni plan za zaštitu voda (NN 8/99)
8. Uredba o klasifikaciji voda (NN, 77/98)
9. Uredba o izmjenama i dopuni Uredbe o klasifikaciji voda (NN, 137/08)
10. *Uredba o kvaliteti vode (NN 73/2013)*
11. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_73_1463.html pristupljeno 10.03. 2019.
12. Ispis pojedinačnih godišnjih analiza, Zavod za javno zdravstvo Varaždinske županije , 42000 Varaždin, Meštrovićeva ulica 1/11
13. Hrvatske vode, Rezultati analize kakvoće vode Krapinice iz 2018.