

Hidrološke i hidrohemijske karakteristike vode reke Zapadne Morave i nekih njenih pritoka

P. Veljović

Izvod

Istraživane su hidrološke i hidrohemijske karakteristike ekosistema Zapadne Morave i pritoka sa aspekta mogućnosti poribljavanja i uzgoja riba. Utvrđene su razlike u pojedinim vodama obzirom na zagađenje i mogućnosti poribljavanja.

UVOD

Danas se u celom svetu i kod nas pridaje veliki značaj ribarstvu kao grani poljoprivrede. Ovo tim pre, jer ribarstvo ima velikog udela kako u obezbeđivanju hrane stanovništva, tako i u pružanju sirovina za proizvodnju izvesnih komponenata stočne hrane i nekih drugih proizvoda.

Ribarska proizvodnja uglavnom je usmerena na uzgoj riba u ribnjacima, ali se ona može uspešno organizovati i na otvorenim vodama. Pošto je jedan od najznačajnijih uslova za uspešan uzgoj riba kvalitet vode u kojoj riba živi, pristupljeno je analizi hidroloških, hidrohemijskih, i hidrobioloških karakteristika vode u reci Zapadna Morava i nekim njenim pritokama.

Dr Predrag Veljović, docent, Agronomski fakultet, Čačak
Hemijska analiza izvršena u Institutu PIK Beograd — Padinska Skela.

Na taj način želeli smo dobiti potpun uvid u to, da li postoje opravdane pretpostavke, da se u nekim sektorima ovog vodenog ekosistema, uz odgovarajuće mere korekcije, može organizovati kontrolisani uzgoj konzumne ribe.

Zbog obimnosti materije koja je istraživana, u ovom radu iznosimo rezultate samo u pogledu hidroloških i hidrohemijskih karakteristika vode ispitivanog ekosistema.

MATERIJAL I METODIKA RADA

Sva potrebna istraživanja u ovom radu obavljena su tokom 1984. godine. Obuhvaćeni su sledeći vodotoci: reka (Zapadna Morava) profili staro korito, hidroakumulacija »Međuvršje«, i region ispod Čačka. Zatim leve pritoke reka Kamenica i reka Čemernica, i desna pritoka reka Bjelica.

Upotrebom standardnih metoda uzeti su uzorci za ispitivanje hemijskih karakteristika vode sa svih šest profila. Neki parametri koji su bili predmet ove analize određivani su na licu mesta, dok je većina pokazatelja kvaliteta vode analizirana laboratorijski prema postojećim metodama koje su u praksi.

U okviru hidrohemijske analize u svakoj probi, odnosno u svakoj tački ili profilu obrađeno je ukupno

25 parametara, i prema Priverzencu (1972) izvršena je kategorizacija vode u odnosu na mogućnost razvoja i života riblje faune.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Istraživanje je pokazalo da reka Zapadna Morava zajedno sa svojim pritokama obuhvata područje od 698 ha. vodene površine, odnosno 103 km. vodenog toka. Najveće prostranstvo odnosi se na glavni tok Z. Morave računajući i hidroakumulaciju »Međuvršje«, što iznosi 640 ha, dok na njene pritoke otpada svega 58 ha.

Ona na svom dugom putu od 39 km. u oblasti Ovčar Banjske klisure formira veštačku akumulaciju »Ovčar Banja« koja je izgubila karakter akumulacije, a zatim hidroakumulacija »Međuvršje«, da bi u prostoru između Čačka i njenog ušća gradila mnoge meandre i primala vode svojih pritoka. Na pojedinim mestima ima jako strme obale na kojima odsustvuju makrofitska vegetacija, ali u celini, veći deo njenog toka ima blago nagnutu obalu i brojne plicake na kojima se mestimično vodena vegetacija i stvorila uslove za mrest.

Makrofite su najviše zastupljene u predelu vodene akumulacije »Međuvršje«. Nju čine 13 različitih vrsta, među kojima se posebno ističu: *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, i *Ceratophyllum demersum*.

Na nivou celokupnog ekosistema najveća dubina vode iznosi 12 m. u akumulaciji »Međuvršje«, a najmanja od svega 15 cm. na pojedinim mestima regiona ispod Čačka, i njenim pritokama.

Posebnu hidrološku karakteristiku predstavlja hidroakumulacija »Međuvršje«. Ona je formirana 1953 godine i ima veliki uticaj na hidrološke i druge karakteristike čitavog ekosistema. U periodu formiranja pa do današnjih dana akumulacija je pretrpela značajne promene. U njoj je jako izražen proces eutrofizacije usled prisustva makrofitske vegetacije. Dno se ovde sve više izdiže, tako da je njen kapacitet zapremine u ovom trenutku za čitavih 32% niži u odnosu na period formiranja. To je zajednička odlika ovog ekosistema i izvan veštačke akumulacije. Na pojavu izrazite eutrofizacije u vodenim akumulacijama, naročito u trećem stadijumu njihovog formiranja ukazuje, Livojević (1967).

U hidrološkom pogledu među pritokama Z. Morave, reka Kamenica predstavlja najčistiji vodotok. Osobinu bujičavosti ispoljava samo u vreme naglog otapanja snega i letnjih olujnih kiša. U ihtiološkom pogledu r. Kamenica je izraziti predstavnik voda potočne mreže.

Reka Čemernica je recipijent otpadnih voda separacije olova i cinka sa Rudnika, ali i raznih inertnih materijala rudnika magnezita »Šumadija«. U nju dopire i sva industrijska i druga otpadna voda iz Gornjeg Milanovca. U ihtiološkom pogledu ona ne pruža ni minimum uslova za riblju i drugu organsku produkciju.

Reka Bjelica prima otpadne vode hemijske industrije »Milan Blagojević« Lučani, kao i otpadne vode ovog grada, ali još uvek u njoj postoje povoljni uslovi za život riba. To je uglavnom područje potočne mreže i skobalja.

Deo naših istraživanja usmeren na hemijsku analizu kvaliteta vode analiziranog ekosistema, iznet je u tab. 1. ovog rada. Prema ovoj tablici u različitim regionima ispitivanog područja vladaju i različiti životni uslovi za život riba. Najpovoljnije životne uslove nalazimo u starom koritu ove reke (region kratovska ste-na), ali i u reci Kamenici. U oba regiona voda sadrži optimalne koncentracije kiseonika i drugih hemijskih sastojaka za riblju produkciju, odnosno za život ribljih populacija. U starom koritu voda je slabo baznog karaktera (pH 7-3) a potrebni minerali za razvoj planktonske zajednice nalaze se u zadovoljavajućim koncentracijama (tab. 1). Zasićenost vode kiseonikom, ovde iznosi 93%, BPK₅ = 6,7 mg/l., a utrošak KMnO₄ = 14,5 mg/l. Od toksičnih supstanci po riblji organizam prisutni su jedino deterdženti u koncentraciji od 0,007 mg/l. što se prema Jarda su (1983) može smatrati beznačajnim.

Voda reke Kamenice ispoljava još veću zasićenost kiseonikom koja iznosi 101,6%. Istovremeno ima i izuzetno nisku koncentraciju NO₃ = 0,9 mg/l. PO₄ = 0,05 mg/l. i CO₂ = 0,1 mg/l. To ukazuje na činjenicu da voda uopšte nije opterećena organskim zagađivačima. Pošto u njoj nema toksičnih materija, a ostali hemijski činioci se graniče sa optimalnim vrednostima (tab. 1) ovaj vodotok se sa pravom može definisati kao najčistiji na celokupnom ispitivanom ekosistemu.

Hemijska analiza na dalje pokazuje, da je region akumulacije »Međuvršje« nešto slabijeg kvaliteta vode u pogledu hemijskih karakteristika. Prema podacima (tab. 1) ovde voda ima pH = 7,9., koncentraciju O₂ = 8,2 mg/l i BPK₅ = 5,6 mg/l. Procenat zasićenosti vode kiseonikom je 82,3%. Voda ima karakter hidrokarbonatne vode u koje prema Fašaić (1983) spada veliki deo slabo mineraliziranih voda.

Stanje biogenih materija pre svega (nitrita, nitrata, fosfata, silicija, i »željeza) pokazuje sledeće vrednosti: NO₂ = u tragovima, NO₃ = 0,5 mg/l. PO₄ = 0,002 mg/l., Si = 3,9 mg/l., i Fe = 0,003 mg/l. To su svakako koncentracije vrlo povoljne za razvoj biotičke komponente u ishrani riba. Na to ukazuju istraživanja ove problematike u nekim drugim lokalitetima od strane Treer (1983); Fašaić, (1983) i dr. Od toksičnih materija u ovom delu registrovani su fenoli u koncentraciji od 0,004 mg/l i deterdženti 0,0002 mg/l. U pitaju su dakle koncentracije koje su daleko ispod graničnih vrednosti toksičnosti po riblji organizam.

Idući prema regionu ispod Čačka analiza pokazuje, da je voda u ovom profilu delimično opterećena raznim zagađivačima. To se pre svega odnosi na materije fekalnog porekla, i razne agense koji ovde dopiru putem komunalnih i industrijskih voda. Zasićenost vode kiseonikom snižena je čak na 60%, BPK₅ = 6 mg/l., NO₂ = 0,05 mg/l., NO₃ = 2,1 mg/l., PO₄ = 0,1 mg/l., a utrošak KMnO₄ je za celih 15,8 mg/l. je veći od nor-

Tab. 1.

Rezultati hemijske analize vode reke Zapadna Morava i njenih pritoka

P o k a z a t e l j i	Zapadna Morava			Bjelica	Čemernica	Kamenica
	(staro korito)	(ispod Čačka)	(»Međuvršje)			
temperatura vode C ⁰	16,0	19,0	18,3	17,2	16,0	13,0
PH	7,3	8,0	7,9	8,2	8,0	7,1
% zasićenja kiseonikom	93,0	60,0	82,3	99,5	97,5	101,6
ukupna tvrdoća dH ⁰	7,5	9,0	5,5	8,9	11,0	2,4
karbonatna tvrdoća dH ⁰	2,5	5,5	1,7	5,0	14,4	0,9
kiseonik mg/l	10,0	7,9	8,1	8,7	7,9	11,0
BPK ₅ mg/l	6,7	6,0	5,6	6,6	5,7	2,1
KMnO ₄ mg/l	14,5	45,8	23,6	31,4	22,4	11,4
slobodni CO ₂ mg/l	0,1	8,5	0,5	0,7	1,1	—
slobodni NH ₃ mg/l	—	0,2	0,06	0,79	0,49	—
karbonati mg/l	9,8	—	40,20	0,01	150,0	16,0
biokarbonati mg/l	86,6	210,5	101,0	148,0	104,0	78,0
kalcijum mg/l	22,1	53,4	30,0	38,7	100,0	15,0
magnezijum mg/l	18,2	19,4	25,2	21,1	220,0	6,3
nitriti mg/l	—	0,05	—	0,8	—	—
nitratni mg/l	0,9	2,10	0,5	2,9	0,4	0,003
fosfati mg/l	0,05	0,10	0,002	0,8	0,004	0,0002
hloridi mg/l	10,2	30,20	9,50	28,0	13,0	7,10
sulfati mg/l	23,0	99,00	27,0	95,7	50,0	16,80
silicijum mg/l	4,7	8,50	3,90	6,70	17,0	3,80
željezo mg/l	0,005	0,59	0,0003	0,07	1,5	0,002
sumpor mg/l	—	0,50	—	0,003	0,004	—
H ₂ S mg/l	—	0,50	0,0004	0,20	0,010	—
fenoli mg/l	—	0,01	0,0002	0,0001	0,0003	—
deterdženti mg/l	0,007	0,210	—	0,05	0,04	—

Tab. 2.

Industrijski objekti kao sistematski zagađivači vodenog ekosistema Zapadna Morava.

Red. br.	Naziv industrijskog preduzeća	Mesto
1.	»CER« f-ka termoplastičnih uređaja i montaža	Čačak
2.	F-ka Hartije »Božo Tomić«	Čačak
3.	F-ka Reznog alata	Čačak
4.	Hemiska industrija »1 MAJ«	Čačak
5.	Metaloprerađivačka i elektroindustrija	Čačak
6.	Rudnik magnezita »Šumadija«	Čačak
7.	PIK	Čačak
8.	Komunalna otpadna voda iz kanalizacije	Čačak
9.	»FAD« F-ka automobilskih delova	G. Milanovac
10.	»Metalac« Metalna industrija	G. Milanovac
11.	PIK »Takovo«	G. Milanovac
12.	Industrija boja i lakova	G. Milanovac
13.	Flotacija olova i cinka sa rudnika	Rudnik
14.	Hemijska industrija	Lučani

malnih vrednosti. Sve to ukazuje na izvesnu opterećenost vode ovog dela ekosistema raznim zagađivačima organskog porekla. Interesantno je istaći da je ovde koncentracija amonijaka 0,3 mg/l. To je iznad letalne

doze, ali pomor riba izostaje zahvaljujući činjenici da je pH vode veći od 7. Nešto veće prisustvo pomenutih supstanci javlja se kao rezultat intenzivnih procesa razgradnje raznih organskih materija. Na mogućnost pojačane koncentracije biogenih materija u vodi uzrokovanih destrukcijom organske materije, ukazuju: Debeljak, Fašaić, Pleić, (1977); Bashiel, (1977); Fašaić, (1983). To je i našim istraživanjem potvrđeno.

Interesantno je istaći da je voda u regionu ispod Čačka povremeno opterećena i toksičnim supstancama po riblji organizam (tab. 1), što se može dovesti u vezu sa sistematskim zagađivanjem koje ovaj region trpi od strane velikog broja zagađivača (tab. 2). Ovo se posebno odnosi na vodu u oblasti industrijskih kolektora, i 1—2 km nizvodno od njih. U ostalim delovima ovog regiona r. Zapadne Morave, fenoli se sreću u koncentracij od 0,01 mg/l., deterdženti 0,210 mg/l., i H₂S=0,5 mg/l. Tu su i razna mineralna ulja ili CCl₄ ekstrahibilne materije, pod kojima se prema Jarda su (1983) podrazumijevaju: »nafta, benzin, dizel, mazut, različita ulja kao i frakcije nafte, i razna druga maziva«. Uticaj organsko hemijskih zagađivača na ribe slatkih voda sa aspekta toksičnosti je ogroman, i najčešće fatalan. O tome postoje brojni podaci u literaturi: Petrović (1964); Mann (1972); Abel (1976); Jarda su (1983).

U celini posmatrano riblje naselje ovog dela reke Z. Morave i pored izloženosti dejstvu nekih toksičnih

materija, ipak poseduje određene uslove za život riba. Izvesni poremećaji nastupaju samo u vreme trenutaka udarnih talasa otpadnih voda iz industrije. To je razlog što se ovde vrlo često javljaju masovni pomori riba.

Preostale dve pritoke, tj. reka Bjelica i r. Čemernica ispoljavaju dosta nepovoljan kvalitet voda u hemijskom pogledu (tab. 1). Ovo se posebno odnosi na reku Čemernicu koja što se tiče ihtiofaune ne pruža ni minimum uslova za opstanak. U njoj su skoncentrisane razne inertne i druge materije industrijskog porekla, koje direktno i indirektno štetno utiču na život riba. Većina inertnih materija taloži se u škržnim šupljinama riba izazivajući procese ugušenja. Veliki deo ovog materijala taloži se na dnu korita direktno ugrožavajući riblji mrest. U slobodnoj vodi ozbiljno su poremećena optička svojstva, a time indirektno sprečen je i razvoj planktonske zajednice, pa je dovedena u pitanje i bilo kakva riblja produkcija. O štetnom uticaju inertnih materija na riblji organizam ukazuju istraživanja: Livojević, (1967); Veljović, (1981).

U reci Bjelici kvalitet vode je povoljniji u odnosu na reku Čemernicu, ali i ova pritoka vrlo često trpi razne oblike zagađenja, pre svega agensima koji pristižu iz hemijske industrije grada Lučani (tab. 1). To je svakako jedan od razloga njenog dosta siromašnog ribljeg fonda.

ZAKLJUČAK

Istraživane su hidrološke i hidrohemijske karakteristike ekosistema reke Zapadne Morave i njenih pritoka, sa aspekta mogućnosti poribljavanja i kontrolisanog uzgoja konzumne ribe.

Utvrđeno je:

1. Da ovaj ekosistem obuhvata 103 km. vodenog toka, i 698 ha. vodene površine. Dubina vode varira od 15 cm do 12 m.

2. U hemijskom pogledu najpovoljnije uslove za riblju produkciju pružaju: a) staro korito, b) hidroakumulacija »Međuvršje«, c) reka Kamenica. U njima nema toksičnih supstanci po riblji organizam, a koncentracije kiseonika i raznih biogenih materija graniče se sa optimalnim vrednostima. (tab. 1). Reka Kamenica predstavlja tipično područje potodne mreže, dok u starom koritu, i akumulaciji »Međuvršje« dominiraju deverika, klen, skobalj, šaran i som.

3. U regionu ispod Čačka utvrđeno je povremeno prisustvo toksičnih supstanci (tab. 1) i veliki stepen organskog zagađenja. Masovni pomor riba dešava se samo u vreme udarnih talasa industrijskih otpadnih voda.

4. Reka Čemernica ne poseduje ni minimum uslova za riblju produkciju. U njoj je izražen intenzivan proces sedimentacije raznih inertnih materija poreklom iz rudnika magnezija »Šumadija«, kao i mnogih

toksičnih materija separacije olova i cinka sa Rudnika ka i celokupne industrije Gornjeg Milanovca.

5. Reka Bjelica je izložena uticaju zagađivanja iz hemijske industrije grada Lučani, te dejstvu komunalnih otpadnih voda, ali u celini ovaj vodotok pruža uslove za riblju i drugu organsku produkciju.

6. U interesu zaštite najugroženijih delova ispitivanog ekosistema nameće se potreba izvršavanja zakonskih obaveza od strane evidentiranih zagađivača (tab. 2). Jedino je tako moguće sprečiti dalje zagađivanje, i preporučiti kontrolisano poribljavanje, kao i kavezni sistem uzgoja nekih ciprinida u oblasti akumulacije »Međuvršje«.

SAŽETAK

Rad predstavlja rezultate hidrokemijskih istraživanja Zapadne Morave i nekih njenih pritoka tokom 1984. god. na tačkama:

- 1) Zapadna Morava — staro korito
- 2) Zapadna Morava — Međuvršje
- 3) Zapadna Morava — region ispod Čačka
- 4) Kamenica
- 5) Čemernica
- 6) Bjelica

Na navedenim tačkama standardnim metodama uzimani su uzorci vode za ispitivanje 25 parametara, te je prema Priverzencevu (1972) izvršena kategorizacija voda u odnosu na mogućnost razvoja i života riba.

Cilj rada je utvrditi mogućnosti poribljavanja i kontroliranja uzgoja konzumne ribe u ekosistemu Zapadne Morave.

Utvrđeno je da su najpovoljniji uslovi za riblju produkciju, te da ima najmanje toksičnih supstanci za riblji organizam u starom koritu Z. Morave u hidroakumulaciji Međuvršju i reci Kamenici. Ispod Čačka u Moravi ima povremeno toksičnosti, veliki je stepen zagađenja, te su česti pomori riba usled otpadnih voda industrije. U Čemernici nema ni minimalnih uslova za riblju produkciju usled zagađenja iz rudnika i industrije. U Bjelici ima uslova za ribe, no jaki je uticaj kemijske industrije i komunalnih otpadnih voda. Nužna je zaštita najugroženijih delova ekosistema.

Summary

HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF RIVER WATERS OF ZAPADNA MORAVA AND SOME OF ITS TRIBUTARY RIVERS

This paper presents the results of hydrochemical research of Zapadna Morava (Yugoslavia), and some of its tributary rivers for the period of 1984. Sample stations were: 1) Zapadna Morava's old river bed;

2) Zapadna Morava, Međuvršje; 3) Zapadna Morava (the region below Čačak) 4) Kamenica 5) Čemernica; and 6) Bijelica. Water samples were taken and 25 parameters were measured by standard methods. According to Priverzencev (1972), the water was categorized in accordance with the possibilities of the development of fisheries and fish. The purpose of this work was to establish the possibilities of fisheries and intensive fish in the ecosystem of Zapadna Morava. It was found that the best conditions for fish production with the least water toxicity for fish organisms are in the old river beds of Zapadna Morava, in the hydroaccumulation of Međuvršje and the River Kamenica. Below Čačak at Morava there are occasional toxic outflows and high pollution which results in the outbreak of fish deaths. In Čemernica there are no conditions for fish production due to mining and industrial pollution, whereas in Bijelica conditions for fish production exist however, there is still a strong influence of the chemical industry and sewage disposal waters. The protection of the deteriorated parts of the ecosystem should be planned and emphasized.

LITERATURA

- Abel, P. D. (1976): Toxication of several lethal concentrations of an anionic detergent on the gills of the brown trout *Salmo trutta* L. *Fish. biol.* 9, (3), 441-446.
- Bachiel, T., Wolny, P. (1977): Navozenie azotovo fosforove odgradznych ezesci stawow, i przebieg i jod sumowanie. *badan. »Roez« Nauk.* Vol. 98, (1), 7-21.
- Debeljak, Lj., Fašaić, K., Pleić, D. (1977): Intenzifikacija uzgoja mladunaca šarana primjenom mineralnih i organskih gnojiva. *Rib. Jug.* (1), 6-11. Zagreb.
- Fašaić, K. (1983): Značenje hidrokemije u ribarstvu Rib. Jugoslavije (2) 28-30. Zagreb.
- Livojević, Z. (1967): Priručnik za slatkovodno ribarstvo. *Agromski glasnik* — Zagreb.
- Mann, H. G., (1972): Toxicity and degradation of tensidens in Sea Water. *Mar. Poll. and Sea Life.* Fishing News LTD. London, 550-553.
- Petrović, G. (1964): Utjecaj otpadnih voda na živi svijet vodotoka. IV Zbornik referata sa Jugoslavenskog savetovanja o otpadnim vodama i zaštiti od zagađenja. 185-190.
- Priverzencev, I. K. A. (1972): *Gidrohemia.* Moskva.
- Treer, T. (1983): Korelacija dinamike razvoja planktonskih Cyanophyta i Cladocera. *Ribarstvo Jugoslavije* (2), 25-28. Zagreb.
- Veljović, P. (1981): Uticaj sedimentirane čađi na ihtiofaunu. *Ribarstvo Jugoslavije*, (5), 107-108. Zagreb.

Prmljeno 12. 11. 1984.

