

DORDE HRISTIĆ,

Zavod za ribarstvo — Beograd

## Upotrebljene vode iz poljoprivrede i njihova štetnost po ribarstvo zatvorenih voda

### Uvod

Pod pojmom upotrebljene vode iz poljoprivrede podrazumeva se voda koja potiče iz stočarskih farmi i jednog dela prerade poljoprivrednih proizvoda tj. početne faze te prerade (močenje kudulje, terenske mlekare i dr.). Sa porastom i intenzifikacijom poljoprivredne proizvodnje a naročito stočarstva, javlja se ovaj vid upotrebljenih voda koji je ranije bio malo poznat u našoj zemlji. Danas ovaj problem pretstavlja veliku smetnju za ribarstvo zatvorenih voda, a naročito za ravničarske ribnjake, koji se snabdeavaju vodom iz mreže melioracionih kanala.

### Hemiski sastav upotrebljenih voda iz poljoprivrede

Po svom poreklu, kao i po količini u m<sup>3</sup>/24 h, upotrebljene vode iz poljoprivrede spadaju u kategoriju voda koje jako opterećuju štetnim sastojcima recipjent u koji se ulivaju. Stalni dodir s organskim materijama u razlaganju doprinosi gotovo konstantnoj količini štetnih materija koje se preko cele godine nalaze u vodi. Pošto se uglavnom radi o ekstremntima domaćih životinja, najčešće se u hemiskom sastavu upotrebljenih voda uglavnom kroz sistem zatvorenih kanala, celuloze i nižih masnih kiselina. Upotrebom raznih sretstava za pranje i dezinfekciju, upotrebljene vode obogaćuju se i alkalnim sastojcima koji su poseban problem, a čije delovanje pojačava stepen štetnosti ovih voda na živi svet.

Već u stajskim prostorijama nastaje razlaganje organskog azota čiji je glavni produkt amonijak. Ova, usled odvoda upotrebljenih voda uglavnom kroz sistem zatvorenih kanala, sporo ili čak nikako nije u stanju da se oksidiše ili izlazi u vazduh. Sakupljanjem upotrebljenih voda sa svih objekata jednog poljoprivrednog gazdinstva u glavni sabirni kanal slivaju se tu svi štetni sastojci, a daljim razlaganjem postojećih organskih materija sve do uliva glavnog sabirnog kanala u reci-

pijent, stvaraju se nove količine štetnih sastojaka naročito amonijaka, sumpor vodonika i ugljen dioksida. U glavnom sabirnom kanalu upotrebljena voda sadrži oko 40 mg/l amonijaka i oko 5 mg/l sumpor vodonika. Pošto se, kao što je već napomenuto, organske materije i dalje razlažu, količina amonijaka ostaje nesmanjena sve do uliva upotrebljene vode u recipijent.

Sem amonijaka i sumpor vodonika upotrebljena voda sadrži i ugljen dioksid koji nastaje u procesu razlaganja organskih materija. Uloga istoga nije u većoj meri negativna pošto ovaj snižava svojom kiselošću jako alkalnu sredinu prouzrokovanu amonijakom i sretstvima za dezinfekciju.

Kiseonika rastvorenog u upotrebljenoj vodi uopšte nema pošto je isti utrošen prilikom razlaganja organske materije.

Ph vrijednost prema očekivanju trebala bi da pokazuje neutralnu odnosno slabo alkalnu reakciju (odnos CO<sub>2</sub> i NH<sub>3</sub>), međutim obzirom da se u stočarskoj proizvodnji upotrebljavaju razna sretstva za dezinfekciju na bazi alkalija, Ph vrijednost je od 8,5—9,3 što ukazuje na veće prisustvo OH jona.

Alkalitet u vodi odnosno moć vezivanja HCl veoma je visok i iznosi u proseku od 35—40 ml/l — HCl. Ovo je iz već napred navedenih razloga pojačanog alkaliteta vode.

Sadržaj nitrita i nitrata veoma je mali, odnosno nitriti se javljaju u količini od 0,2 do 0,5 mg/l, dok nitrata još nema pošto oksidacioni procesi usled nedostatka kiseonika nemogu da nitrite oksidišu u nitrate.

Fosfata ima u povećanim količinama usled razlaganja organskog fosfora, a i visokog sadržaja istih u deterdžentima koji služe za pranje i dezinfekciju.

Utrošak KMnO<sub>4</sub> za oksidaciju organskih materija povećan je i iznosi preko 100 mg/l, što indicira pojačanu zagađenost vode.

Hemiski sastav jedne od poljoprivrednih upotrebljenih voda sa imanja Besni Fok iz Pančevačkog rita je slijedeći:

Kiseonik »odmah« mg/1	0.0	Nitrati mg/1	0.0
Kiseonik »posle 48h«	0.0	Fosfati mg/1	1.82
Ugljen dioksid mg/1	6.5	Sulfati mg/1	73.5
Amonijak mg/1	27.5	Hloridi mg/1	80.6
Nitriti mg/1	0.3	Sil. kisel. mg/1	0.0
Ph vrednost	9.2	Kalcijum mg/1	81.3
Sumpor vodonik mg/1	1.6	Magnezijum mg/1	248.0
Karbonati mg/1	0.0	Gvožđe mg/1	0.007
Bikarbonati mg/1	1903.2	Karb. tvrd. °dH	87.3
alkalitet ml/1 n/10HCl	41.2	Ukup. tvrd. °dH	36.1
Utrosak KMnO <sub>4</sub> mg/1	141.2		

Iz gornjeg hemiskog sastava vode vidi se da ista ne samo da ne omogućava ma kakav život u sebi, već je direktan otrov za sve organizme koji bi dospeli u nju.

Količina upotrebene vode ovog hemiskog sastava iznosi od 40—60 m<sup>3</sup> za 24 časa i pretstavlja veliko opterećenje za recipijent u koji se uliva. Usled neprekidnog delovanja štetnih materija na vodu recipijenta ovaj je na sektoru od 500—2.000 metara od mesta uliva upotrebljenih voda sterilan odnosno nikakvi živi organizmi nemogu tu opstati.

#### Delovanje upotrebljenih voda na kvalitet vode u recipijentu

Prilikom ispitivanja delovanja upotrebljenih voda na kvalitet vode u recipijentu uočeno je više važnih momenata koji su od velikog značaja za promene u vodi. Jedan od tih momenata je godišnje doba, odnosno uticaj istog na hemiski sastav vode. Temperaturna kolebanja vazduha i vode imaju vidnog uticaja na sadržaj pojedinih elemenata u vodi a naročito kiseonika i izvesnih štetnih sastojaka (amonijak, sumpor vodonik). Niske zimske temperature uslovljavaju povećanu količinu rastvorenog kiseonika u vodi, ali i povećanu količinu amonijaka, pošto se isti nemože brzo oksidisati te ostaje i dalje rastvoren u vodi. Pod ledenim pokrivačem koji onemogućuje aeraciju štetnih sastojaka u vodi kao i produkata razlaganja, organske materije ima znatno više nego obično, dok se rastvoreni kiseonik jako brzo utroši te za kratko vreme nastupa deficit istog koji je uočljiviji ukoliko se ledeni pokrivač duže održava, a voda sadrži više produkata razlaganja organske materije. Prema ispitivanjima u toku 1965. godine sa pojavom ledenog pokrivača na kanalu Besni Fok kiseonika je nestalo već posle 72 časa od momenta zaledivanja, dok je količina amonijaka povećana za više od tri puta za isti period vremena. Što se tiče konačnih produkata razlaganja organskih materija ima u zimu u zimskom periodu, već se isti javljaju tek s proleća i u leto iduće godine kada se sav amonijak oksidiše u nitrate. Ostalih produkata razaganja organskih materija ima u zimskom periodu usled već ranije navedenih razloga (ledenog pokrivača) znatno više nego obično. Prikupljanje i koncentracija gasova (ugljen dioksid, metan, sumpor vodonik i dr.) usled nemogućnosti aeracije znatno je, te se u ovom godišnjem dobu uvek javljaju anomalije u gasnom režimu vode zajedno sa posle-

dicama za živi svet u vodi. Radi primera kretanja navedenih gasova u vodi daje se analiza vode kanala Vizelj 1.000 metara od mesta uliva upotrebljenih voda na dan 24. januara 1966. godine pod ledenim pokrivačem:

Kiseonik »odmah«	mg/1	0.0
Amonijak	mg/1	6.25
Ugljen dioksid	mg/1	9.72
Sumpor vodonik	mg/1	0.15

Ovo je stanje pre početka topljenja leda i na ovom delu kanala nije primećen ni jedan živi organizam pa ne postoje uslovi za život istih.

Drugi momenat delovanja upotrebljenih voda iz poljoprivrede na kvalitet vode u recipijentu je količina upotrebljene vode odnosno mineralizacija organskih sastojaka u odnosu na dužinu zagađene zone. Veća količina upotrebljenih voda uslovljava dužu zonu zagađenja u metrima nizvodno od mesta uliva upotrebljene vode. Shodno tome hemiski sastav vode u recipijentu se menja od najlošijeg ka boljem s postepenim udaljavanjem od mesta uliva upotrebljenih voda. Procesi teku uglavnom ka stvaranju krajnjih produkata razlaganja koji budu iskorišćeni odmah od strane vodenih organizama i čiji se uticaj jasno manifestuje i na tempo porasta ribljih vrsta.

Pri ulivu upotrebljene vode u recipijent ista sadrži još uvek velike količine organskih materija u stanju razlaganja koje za isto zahtevaju pojačanu količinu kiseonika. Kako voda iz recipijenta sadrži istog u dovoljnim količinama proces mineralizacije organskih materija ubrzava se, te za kratko vreme dolazi do potpune mineralizacije istih. Najznačajniji je azot te se posmatralo uglavnom kretanje i promena u prelasku azota iz jedne forme u drugu. Brzom oksidacijom amonijaka isti prelazi u nitrite odnosno nitrate koji se brzo utroše od strane vodenog bilja i nižih vodenih organizama. Sa udaljavanjem od mesta uliva upotrebljene vode u recipijent, količina amonijaka opada, dok se količina kiseonika povećava što najbolje prikazuje sledeća tabela sadržaja kiseonika, amonijaka, nitrita i nitrata u kanalu Vizelj kod Besnog Foka.

Mesto ispitivanja	Kiseonik	amonijak	nitriti	nitriti
	miligrama na litar ispitivane vode			
Izliv upotr. vode	0.0	27.5	0.3	0.0
50 m nizvodno	0.0	21.6	1.7	0.0
100 m nizvodno	0.0	18.3	2.9	0.06
200 m nizvodno	0.4	15.8	4.6	0.18
500 m nizvodno	1.7	6.5	9.2	0.8
1000 m nizvodno	2.9	3.2	11.8	1.7
2000 m nizvodno	4.3	1.2	9.0	2.4
3000 m nizvodno	6.8	0.15	1.7	3.0
4000 m nizvodno	8.7	0.0	0.05	0.75

Iz gornje tabele vidi se kretanje i transformiranje azota iz jednog oblika u drugi a shodno time i promene u sadržaju količine rastvorenog kiseonika u vodi. Sa udaljavanjem od mesta uliva zagađenja prema očekivanju količina amonijaka opada, nitriti, nitriti i kiseonik se povećavaju u skladu sa

stvaranjem oksidativnih azotnih jedinjenja, s tim što na udaljenim tačkama (4.000 met.) opada količina azota pošto je isti utrošen od strane bilja i životinja.

Ostali sastojci upotrebljenih voda kao npr. ugljen dioksid i sumpor vodonik vezuju se za kalcijum ( $\text{CO}_2$ ), odnosno oksiduju ( $\text{H}_2\text{S}$ ), dok se drugi koriste u svrhe ponovne sinteze organske materije i prelaze u novi oblik stanja.

Jedan od momenata delovanja upotrebljenih voda je i rad agregata za navodnjavanje odnosno odvodnjavanje. Radom tih agregata pokrene se nataloženi mulj oko mesta uliva upotrebljenih voda, a pošto isti sadrži dosta organskih materija u razlaganju koje usled anaerobne sredine nisu se razlagale uobičajenim tempom, to dospevanjem istih u sloj tekuće vode dolazi do ubrzanog procesa razlaganja i do utroška čitave sadržane količine rastvorenog kiseonika u vodi. Vodeni tok svojim kretanjem odnosi mulj na dosta dugo otstojanje, tako da do nestanka kiseonika, odnosno akutnog delovanja zagađenja dolazi i na dužini od 8 km od mesta uliva upotrebljenih voda. Ova pojava srećom traje kratko svega 24—36 časova, ali je i to vreme dovoljno da na zagađenom sektoru kanala dođe do totalnog pomora riba i ostalih vodenih organizama.

#### **Značaj upotrebljenih voda iz poljoprivrede za ribnjačarstvo**

Sva ribnjačarstva koja se snabdevaju vodom iz kanalske mreže u koju se ulivaju upotrebljene vode iz poljoprivrede, stalno su u opasnosti od iste te postoji potencijalna opasnost od uginuća u zavisnosti od godišnjeg doba.

Najveća opasnost je preko zime kada se voda iz kanalske mreže koristi za osvežavanje vode u zimovnicima. Ubacivanjem ove vode u zimovnike naročito ako ista sadrži velike količine amonijaka (kiseonikom se voda može lako obogatiti ukoliko se propusti preko sistema kaskada) za čiju oksidaciju odnosno razlaganje treba dosta vremena i više temperature, povećava se koncentracija istog u zimovnjacima te već kod količine od 1.8-2 mg/l dolazi do uginuća ribe. Kako se često dešava da u zimsko vreme ne postoji mogućnost snabdevanja zimovnjaka vodom sa druge strane to je sva riba u zimovnjacima osuđena na propast. Ovakvi slučajevi desili su se na ribnjaku Ečka 1964. godine i na ribnjaku Stanice za ribarstvo u Pančevačkom ritu 1961, 62 i 63. godine.

Tokom vegetacionog perioda uticaj upotrebljenih voda iz poljoprivrede ogleda se u delovanju istih na matične ribe i tek izvaljenu mlad. Ukoliko u mrestilištu voda sadrži više od 0.4 mg/l amonijaka po litri mrest izostaje iako ostali uslovi u potpunosti zadovoljavaju. Što se tiče mlada isti je jako osetljiv na pojačanu količinu štetnih sastojaka iz upotreb-

ljenih voda, te može lako doći do osetnih gubitaka. Za ostale kategorije ribnjaka i odraslu ribu upotrebljena voda iz poljoprivrede uglavnom ne prouzrokuje neke štete pošto se glavno punjenje ribnjaka vrši u proleće, kada je odnos sadržaja štetnih sastojaka prema količini vode najnepovoljniji, odnosno visoka prolećna voda razblaži štetne sastojke do te mere da isti ne prouzrokuju neku štetu ribi svojim delovanjem.

Tokom leta, ukoliko se u ribnjake ubacuje sveža voda iz zagađenih kanala, ova ne prouzrokuje neku štetu pošto se razblaži sa već postojećom vodom iz ribnjaka. Pre možemo reći da ista čak i dubri ribnjake pošto unosi velike količine azota u njih. Ovo se odrazilo na ribnjaku Stanice za ribarstvo u Pančevačkom ritu kada je u toku leta 1962. i 1963. godine došlo do visoke organske produkcije baš posredstvom ovih voda.

Ukoliko upotrebljene vode sadrže većih količina alkalnih materija usled dezinfekcije prilikom stočnih zaraza, iste se ne mogu odmah vezati, te u tom slučaju treba da dodavanjem vode u ribnjake biti jako pažljiv, da ne dođe do naglog povišenja Ph vrijednosti i alkaliteta. U svakom slučaju korisno je pre upumpavanja vode u ribnjake ispitati vodu na sadržaj kiseonika, amonijaka, alkalitet i Ph vrednost.

Neke mere zaštite od upotrebljenih voda teško je izvesti pošto se radi o malim količinama vode, te je jedino moguće u samim izlivnim kanalima sprovesti i izgraditi sistem kaskada (na svih 15 metara po jedna) koje omogućavaju bržu aeraciju, oslobađaju vodu od štetnih gasova i omogućuju brže taloženje organskih sastojaka. Sa veoma malim sretstvima ove kaskade se mogu brzo izgraditi (pregrade od zemlje i fašina) te na taj način obezbediti čak i nataloženi mulj kao organsko đubrivo. Na mestu upumpavanja vode u ribnjake obavezno je potrebno omogućiti pregradama razbijanje upumpane vode u sitne mlazove, gde bi se voda obogatila kiseonikom, a jedan deo amonijaka i ostalih štetnih produkata odstranio bi se iz nje. Takva delimično prečišćena voda nebi mogla prouzročiti neke veće štete u ribnjaku. Pored ovoga potrebno je obratiti pažnju i na kategoriju ribnjaka koji se prvi puni sa vodom iz zagađenih kanala i ne dozvoliti da to bude mrestilište ili rastilište, te snabdevanje vodom istih rešiti na drugi način najbolje iz neke površine gde je voda već otstajala i oslobodila se štetnih sastojaka.

Preko zime kada ne postoji nikakva mogućnost za veštačku aeraciju vode, a i ista sadrži mnogo više štetnih sastojaka nego obično, jedino rešenje za osvežavanje vode u zimovnjacima je punjenje s jeseni jednog od postojećih odgajivališta gde će se štetni sastojci stajanjem izgubiti, te isto iskoristiti kao akumulacioni bazen za osvežavanje vode u zimovnjacima.