

LITERATURA

1. Schroeder G. L., Nighttime Material Balance for Oxygen in Fish Ponds receiving organic Waste, *Bamidgeh* 3 Volum. 27. Sept. 1975. Izrael.
2. Bauer J., Obogaćivanje kisikom vode u ribnjaku, *Ribarstvo Jugoslavije* 5/1976. Zagreb.
3. Rappaport A., Sarig S., Marek M.: Results of tests of various aeration Systems on the Oxygen regime in Genossar experimental ponds and growth of Fish there in 1975., *Bamidgeh* 3. Vol. 28. Sept. 1976.
4. Lukowicz M.: Intensive Aufzucht von Satzkarpfen in Teich, *Der Fischwirt* 25 1957—7, Bayern
5. Säuberlich E., Bauer Ch.: Weitere Ergebnisse zur Steigerung der Hektarerträge durch Belüftung des Teichwassers, *Zeitschrift für die Binnenfischerei der DDR*, August 1977/8.
6. Knösche R.: Möglichkeiten zur Belüftung von Wasser in Fischzuchtbetrieben, *Zeitschr. f. d. Binnenf. d. DDR* 1971/1. 1971/11.
7. Goltz A.: Ergebnisse von Sauerstoffuntersuchungen während der Nacht in einem intensiv bewirtschafteten Karpfenteich (Pelletintensivwirtschaft), *Zeitsch. f. d. Binnenf. DDR*, 1973/1.
8. Müller W.: Probleme des Sauerstoffhaushaltes bei der Intensivwirtschaft in Karpfenteichen, *Z. f. d. Binnenf. DDR*, 1973/2.
9. Säuberlich E., Bauer Ch.: Steigerung der Hektarerträge durch Belüftung des Teichwassers, *Z. f. d. Binnenf. DDR*, 1975/10.
10. Knösche E.: Der Sauerstoffgehalt in Pelletintensivteichen und technische Möglichkeiten zur Verbesserung, *Z. f. d. Binnenf. DDR*, 1976/2.
11. Merla G.: Über die Wirksamkeit von Düngungsmassnahmen in der Karpfenteichwirtschaft, *Z. f. d. Binnenf. DDR*, 1976/3.
12. Knösche R.: Empfehlungen zur Belüftung in Teichen und Fischzuchtanstalten, *Z. f. d. Binnenf. DDR*, 1976/12.
13. Bauer J. Ribnjaci i simultani uređaji za pročišćavanje voda, *Ribarstvo Jugoslavije* 5/1975.
14. Engelbart F.: Beitrag zur Entwicklung neuer Techniken auf dem Gebiet der biologischen Abwasserbehandlung, *Wasser und Abwasser-Forschung* Nr. 4/1969.
15. Engelbart F.: Möglichkeiten zur Optimierung wichtiger Funktionen von Behältern teichartigen Charakters. Neue Verwendungsmöglichkeiten von Teichen durch Einsatz von Linienbelüftern, *Konferencija Ribnjaci i životna sredina, Česke Budějovice* 1974.
16. Engelbart F., *Abwasserreinigung in Teichen*, Aus der 13. Fortbildungsveranstaltung des Bundes der Wasser- und Kulturbau-Ingenieure in Barsinghausen 1976.

Zagađivanje rijeke Save kod Zagreba detergentima i eutrofnim solima

I. Munjko

U literaturi je poznat negativan utjecaj detergenata i eutrofnih soli (soli dušika i fosfora) na ekosistem površinskih voda.

Razvojem industrije, poljoprivrede i općeg standarda svjedoci smo stalnog povećanja spomenutih tvari u površinskim i podzemnim vodama. Dok su vrijednosti fosfata ($\text{mg PO}_4^{3-}/\text{l}$) u otpadnim vodama 1901. kretale oko 0,6 mg/l, već 1963. iznosile su 15,8 mg/l, da bi 1970. nešto snizile na 8,9 mg/l. (Hating i Carcich, 1973), dotle se vrijednosti nitrata ($\text{mg NO}_3^{-}/\text{l}$) u podzemnim vodama kreću do 900 mg/l (Lorvić i sur., 1976).

U ovom radu posebno nas je zanimalo ponašanje alga modrozelenih, zelenih i diatomeja) na visoke vrijednosti eutrofnih soli i prisutne vrijednosti detergenata.

Treba naglasiti da Glavni odvodni kanal Zagreb prima osim komunalnih i industrijskih voda) vode od 30 malih potočića sa obližnje planine Medvednice, koji donose u kanalizaciju stanoviti broj alga.

Dosadašnja ispitivanja alga u kolektoru Zagreb (1973—1978.), jasno nam pokazuju, da se 15 vrsta alga od 80 nađenih vrsta alga nalazi u 50—75% uzoraka

*Dr Ignac Munjko, znanstveni suradnik, Laboratorij za kontrolu voda INA—OKI, Zagreb.



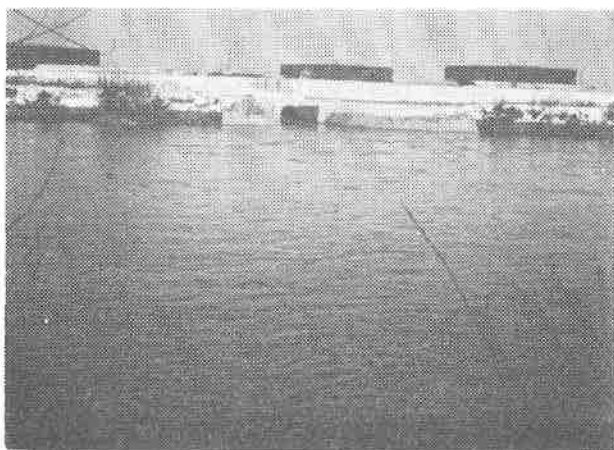
Ulaz kolektora INA—Rafinerija—Zagreb u glavni odvodni kanal grada na žitnjaku

otpadne vode, koje pod laboratorijskim uvjetima dobro obavljaju procese mineralizacije organske tvari u otpadnoj vodi (Tomec i sur. 1975.).

Tako značajan broj alga indikatora saprobnosti) naveo nas na pokušaj određivanja indeksa saprobnosti po metodi Pantle—Buck-a za 1975. god., Tomec, 1976.), gdje se dobila vrijednost za indeks saprobnosti od 2,3 a stupanj saprobnosti b-a.



Dio glavnog odvodnog kanala grada Zagreba na Žitnjaku sa velikom masnom mrljom



Ulaz kolektora Toplane Zagreb izravno u Savu



Ulaz kolektora Južni Zagreb izravno u Savu

Procjena kolektorske vode po Knöpp-metodi daje vrijednosti relativnog boniteta od 56—57%, a relativnog saprobiteta od 43—44%. Međutim, na temelju kemijskih faktora (tab. 1) kolektorske vode pripadaju eusaprobnim vodama.

Količine detergenata znatno su ispod od maksimalno dopuštenih granica (MDK), dok su eutrofne soli stalno prisutne u značajnijim količinama, te se njihova veća prisutnost može naći u rijeci Savi kod niskog vodostaja (tab. 2). Rezultat stalne prisutnosti eutrofnih soli je povećanje aminofikatora do 10 puta) i nitrifikatora (do 5 puta) u vodi Save nakon primanja otpadnih voda iz kolektera nakon Zagreba. Dovođenjem gradskog uređaja za biološko pročišćavanje otpadnih voda grada i industrije znatno će se smanjiti količine eutrofnih soli i površinski aktivnih tvari u površinskim vodama rijeke Save.

Tabela 1 Rezultati određivanja deterdženata i eutrofnih soli u kolektorskoj vodi grada Zagreba od 1973 do 1979. god.

Rezultati su prikazani kao minimum i maksimum

Vrsta analize i jedinica mg/l	Otpadna voda kolektora Zagreb	
	minimum	maksimum
Deterdženti — Anionski	0,06	7,50
Deterdženti — Kationski	0,38	1,53
Deterdženti — Neionski	0,20	3,00
Ukupni dušik (organ.) mg N/l	1,50	58,00
Amonijak mg N/l	0,00	17,40
Nitriti mg N/l	0,00	5,00
Nitrati mg N/l	2,50	85,00
Fosfati mg PO ₄ /l	0,40	52,20

Tabela 2. Kretanje eutrofnih soli u rijeci Savi nakon primanja otpadnih voda grada Zagreba

Vrsta analize i jedinica	vrijednost u Savi	
Fosfati mg PO ₄ /l	0,01	1,64
Amonijak mg N/l	0,33	0,80
Nitriti mg N/l	0,044	0,063
Nitrati mg N/l	1,65	1,95
Ukupni organski dušik mg N/l	0,563	2,140

Prema Pravilniku o otpadnim vodama (Sl. Glasnik g. Zagreb br. 24/77.) MDK za deterdžente u otpadnoj vodi se kreće za anionske od 10 mg/l, kationske od 5 mg/l i neionske od 10 mg/l. Dakle dobivene vrijednosti sadržaja detergenata su daleko ispod maksimalno dozvoljenih MDK—vrijednosti.

Za eutrofne soli MDK—vrijednosti nisu date u spomenutom »Pravilniku«.

Detergenti, kao aktivno površinska sredstva djeluju na škržne listiće riba na taj način da nakon prolaska lipidne barijere smanjuju unutrašnju napetost barijera i razaranja enzimatski proces disanja (Munjko, 1970).

Stalno male koncentracije detergenata u vodi (od 2—5 mg/l) uzrokuju ugibanje zooplanktona i sprečavaju kretanje ribljih spermatozoida, a time i oplodnju, osim toga usporavaju rast ribljeq mlada (Munjko i Jurjašević, 1970).

Tabela 3. Praćenje sadržaja eutrofnih soli i detergena-ta u otpadnoj vodi otvorenog kolektora Zagreb (iza INA—OKI-a) tijekom 1977 i 1978. god. Analize rađene jedan do dva puta mjesečno. (godišnje 24 analize).

Vrsta analize i jedinica mg/l	Proljeće min.—max.	Ljeto min.—max.	Jesen min.—max.	Zima min.—max.
Deterdženti				
Anionski	0,63— 1,05	0,06— 2,34	0,28— 2,0	0,9— 7,50
Kationski	0,33— 1,05	0,38— 1,53	0,25— 1,43	0,2— 1,05
Neionski	0,44— 0,71	0,26— 2,26	0,25— 3,0	0,2— 0,71
Amonijak mg N/l	0,97—21,0	0,4 —13,9	0,0 —13,7	0,7—17,4
Ukupni organski dušik (Kjeldahlov) mg N/l	1,50—55,5			
Nitrati mg N/l	25,0 —45,0	2,5 —58,0	5,1 —31,9	1,5—29,0
Nitriti mg N/l	0,06— 5,00	0,00— 4,00	45,0 —85,0	35,0—80,0
Fosfati mg PO ₄ /l	1,05— 7,8	0,4 —30,1	1,6 —24,1	1,05— 9,90

ZAKLJUČAK:

U ovom radu, dati su rezultati kretanja eutrofnih soli i deterdženata u otpadnoj vodi grada Zagreba i rijeci Savi. Po prvi puta se pokušalo valorizirati preko prisutnih alga indikatora saprobnog sistema po Pantle—Buck-u i Knöpp-u otpadne vode kolektora Zagreb.

Sastav otpadnih voda kolektora Zagreb, nakon mješanja sa vodama rijeke Save pospješuje nagli razvoj bakterija amonifikatora (do 10 puta) i nitrifikatora (do 5 puta), na dionici Save nizvodno od Zagreba (Oborovo—Tišina).

LITERATURA

- Hetling, L. J., Carcich, J. G. (1973): Phosphorus in waste-water Water Sewage works. Vol. 120 (2), 59—62.
- Lovrić, E., Munjko, I. (1976): Prilog valorizaciji podzemnih i površinskih voda okolice Slavenskog Broda. *Zaštita* '76. 295—305.
- Tomac, M., Pavletić, Z., Munjko, I. (1975): Utjecaj otpadnih voda na alge u otvorenom kolektoru Zagreb—Ivanja Rijeka. *Acta Bot. Croat.* 34. 53—62.
- Tomac, M. (1976): Prilog poznavanju ekologije alga efluenta industrijskih otpadnih voda. Centar za postdiplomski studij Sveučilišta u Zagrebu.
- Munjko, I., Jurjašević, S. (1970): Zagađenje deterdžentima. *Sportski ribolov.* Vol. 18 (br. 4), 58. Zagreb.
- Munjko, I. (1970): Zagađenje vode deterdžentima — *Narodni zdravstveni list.* God. 12. br. 143. st. 13. Rijeka.

