

UTJECAJ OTPADNIH VODA NA ALGE  
U OTVORENOM KOLEKTORU  
ZAGREB—IVANJA RIJEKA

With Summary in English

MARIJA TOMEĆ, ZLATKO PAVLETIĆ i IGNAC MUNJKO

(Institut za botaniku Sveučilišta u Zagrebu i  
Laboratorij za kontrolu voda »OKI«-Zagreb)

Primljeno 28. 9. 74.

Uvod

Rješavanje složenih problema pri projektiranju uređaja za pročišćavanje otpadnih voda moguće je jedino na temelju iscrpne znanstvene analize. Mikrobiološka istraživanja mješovitih otpadnih voda (naselja i industrije) radi postavljanja uređaja za biološko pročišćavanje otpadnih voda značajna su radi zaštite podzemnih i površinskih voda, te pravilnog vođenja biotehnološkog procesa.

Uzevši u obzir Nacrt Zakona o vodama (Vjesnik br. 9748 od 25. 7. 1974) i Zakona o zaštiti i unapređivanju čovjekove okoline (cit. K j u i a r 23, 5, 297—301, 1974), treba što prije poduzeti mjere za sprečavanje zagađivanja rijeke Save otpadnim vodama grada Zagreba.

Fizičko-kemijske karakteristike mješovitih otpadnih voda industrije (preko 150 poduzeća) i grada Zagreba ispituju se često na otvorenom dijelu glavnog kolektora, koji iznosi 8,3 km od ukupno 25 km (Podsused—Hrušćica).

U glavni gradski kolektor utiču potoci s brežuljaka Zagrebačke gore, i to u nadsvođeni dio: Kunišćak, Pantovčak, Tuškanac i Medveščak, a u otvoreni dio: Bliznec, Štefanovec, Trnava i Vugrovec. Vode nekih potoka (Bliznec i Vugrovec) prije samog utoka u kolektor povremeno su jače opterećene otpadom nego sam kolektor (M u n j k o 1973, 1974). Treba naglasiti da se svi navedeni potoci zagađuju već u gornjem dijelu svoga toka (pranje automobila, smeće i aparature iz domaćinstva).

O sistematskom praćenju kemijskog opterećenja industrije i naselja na vode kolektora Zagreb postoji nekoliko radova (G a z i v o d a et al.

1972, Pavletić et al. 1974). Značenje takvih ispitivanja potvrđuju nalazi Zavoda za zaštitu zdravlja grada Zagreba br. 382/1974 i 388/1974. (Mežnarić 1974), navedeni u tabeli 1.

Neka mikrobiološka ispitivanja otpadnih voda kolektora Zagreb spominju se u radovima Munjka i Mikličana (1974) i Pavletića et al. (1974). U vode kolektora Zagreb alge vjerojatno dolaze iz spomenutih potoka, koji u svom gornjem toku sadrže čak 128 vrsta alga (Šušnjak 1971).

Svrha rada je određivanje zastupljenosti svih vrsta alga te ukupan broj vrsta koje su određene nakon svakog skupljanja uzoraka iz kolektorske vode prije i poslije Organsko-kemijske industrije, zatim mogućnost procjene otrovnosti otpadnih voda, te biološko pročišćavanje otpadnih voda mikroflorom uz praćenje fizikalno-kemijskih i kemijskih parametara.

### Metoda rada

Biološka i kemijska ispitivanja bila su usko povezana s praćenjem vodostaja, s brzinom toka markiranog uzorka vode i s drugim uvjetima radi pravilne interpretacije rezultata. Vrijeme ispitivanja uzorka kolektorske vode bilo je od 25. 1. 1973. do 7. 8. 1974. godine.

Uzorci vode za algološka ispitivanja uzimali su se u bočice od 100 ml s brušenim čepom i odmah su se fiksirali s 3%-tnim formalinom nakon čega su se alge određivale po standardnim ključevima (Pascher 1914—1930, Geitler 1932, Fott 1957).

Praćen je i vodostaj kolektora na ispitanim profilima 50 m prije OKI-ja (PO) i 50 m nakon OKI-ja (NO), koji se kretao od 0,65 do 0,85 m, što odgovara količini vode od 4 do 5 m<sup>3</sup>/sek. Za vrijeme jakih pljuskova i visokog vodostaja (1,2—1,5 m) spomenuta ispitivanja nisu rađena. Mjerenje je vrijeme protoka od profila PO do NO, koje je bilo između 9 i 10 minuta. Analize (fizičko-kemijske, kemijske i bakteriološke) rađene su prema postojećim standardima JUS-a i WHO-a.

Pokusi pročišćavanja kolektorske vode pomoću prisutne mikroflore rađeni su u laboratorijskim uvjetima, pri sobnoj temperaturi (22—27° C) i dnevnom svjetlu. Za pokuse se uzimalo 200 ml uzorka kolektorske vode (PO i NO) koji su prethodno ispitani na određene parametre (vidi tabelu 6). Iz dobivenih rezultata prije i nakon pokusa mogao se vidjeti efekt pročišćavanja pomoću kolektorske mikroflore.

### Rezultati i diskusija

Treba napomenuti da kolektorske vode nakon OKI-ja svojim organskim otpadom znatno opterećuju potok Vugrovec, što se odražava i na vodotok rijeke Save kod sela Bukovlja (vidi tabelu 1).

Koliko su otpadne vode grada Zagreba opterećene otpadom do OKI-ja vidi se iz analiza prikazanih kao sezonski aspekt (tab. 2). Iz tabele vidimo i utjecaj OKI-ja na kolektorske vode prema parametrima: fenol, ulje, BPK<sub>5</sub>, otopljeni kisik, utrošak KMnO<sub>4</sub>, kloridi, sulfati i ukupan broj kolonija bakterija i plijesni u 1 ml.

Kakvo djelovanje imaju otpadne vode grada i industrije na alge može se djelomično vidjeti iz tabela 3, 4 i 5.

Treba napomenuti da se ljeti procesi purifikacije brže odvijaju, a rast se alga na stijenkama vinklerovih bočica primjećuje već nakon 4

Tabela 1. Neki podaci analize otpadne vode (posljednji most na kolektoruu Zagreb) i vode rijeke Save kod Bukovlja od 28. 5. 1974 (Mežnarić 1974).

Table 1. Some data of the analysis of waste water (the last bridge on the collector Zagreb) and water from the river Sava at Bukovlje, on May 28th 1974 (Mežnarić 1974).

Vrsta analize Kind of analysis	Kolektor Collector	Sava
Sat skupljanja uzoraka Time of sampling	11,15	16,30
Temperatura zraka °C Temperature of air °C	18	—
Temperatura vode °C Temperature of water °C	16	—
Fenol mg/l Phenol mg/l	3,750	0,050
Utrošak KMnO <sub>4</sub> mg/l Consumption of KMnO <sub>4</sub> mg/l	343490	186
Otopljeni kisik mg/l Dissolved oxygen mg/l	0	7,8
BPK <sub>5</sub> - BOD <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l	88000	26,3
KPK - COD mg O <sub>2</sub> /l	236560	114,7
Ulje - Oil mg/l	62,5	8,75

dana, dok se zimi značajniji porast alga primjećuje tek nakon 30 dana. Od alga koje su porasle u obliku zelenog »filma« na stijenkama staklenih bočica najčešće su *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus obliquus*, *Scenedesmus quadricauda* te *Nitzschia stagnorum*. U ranijim pokusima spomenute vrste alga dobro su razgrađivale fenol u vodenom mediju od 15 do 500 mg/l (Maloseja et al. 1972).

Bakterije koje se najčešće nalaze u algološkim preparatima su *Beggiatoa alba*, *Sphaerotilus natans* i *Zoogloea ramigera*.

Ako pogledamo tabelu 3 vidimo da je u 40 uzoraka kolektorske vode utvrđeno 436 vrsta alga, od toga 223 vrste iz kolektorske vode prije OKI-ja (PO), a 213 iz otpadne vode nakon OKI-ja (NO).

Rezultati iz tabele 5 jasno nam govore da od 70 nađenih vrsta alga u otpadnoj kolektorskoj vodi najčešće se javlja 5—15 vrsta koje možemo uzeti za indikatore eusaprobno zagađenja vode.

Treba napomenuti da s otpadnom vodom OKI-ja odlazi stanoviti dio rashladne vode, a u rashladnom sistemu vegetira izvjestan broj alga (73 vrste, M u n j k o 1974).

Rezultati iz tabele 6 ukazuju na mogućnost pročišćavanja otpadnih voda postojećom mikroflorom (u kojoj alge zauzimaju značajno mjesto), koja se povremeno koristi za šaržiranje aeracionog tanka pri biološkom pročišćavanju otpadnih fenolnih voda OKI-ja.

Tabela 2. Sezonski aspekt nekih parametara u otpadnoj vodi glavnog kolektora Zagreb na profilima prije (PO) i nakon (NO) OKI-ja, tijekom 1973/1974 (od 25. 1. 1973. do 7. 8. 1974), izraženo kao minimum i maksimum.

Table 2. Seasonal aspect of some parameters in the waste water of the main collector Zagreb on profiles before (PO) and after (NO) OKI during the period 1973/1974 (from January 25, 1973 to August 7, 1974), expressed as minimum and maximum.

Vrsta nalize Kind of analysis		Sezona — Season			
		Proljeće Spring (P)	Ljeto Summer (Lj)	Jesen Autumn (J)	Zima Winter (Z)
Temperatura zraka °C (Temperature of air)	PO	17—24	23—24	—4—20	2—9
	NO	17—24	23—24	—4—20	2—9
Temperatura vode °C (Temperature of water)	PO	15—16	17—22	11—16	12—14
	NO	15,8—16	17—22	11—16	12—14
Utrošak KMnO <sub>4</sub> mg/l (Consumption of)	PO	537—1284	251—2686	196—1295	270—1896
	NO	726—1420	289—2591	297—1643	253—1580
Otopljeni O <sub>2</sub> mg/l (Dissolved oxygen)	PO	0—6,0	0—2,6	1,5—8,6	3,7—8,1
	NO	0—3,1	0—2,3	0,5—10,6	2,0—7,6
BPK <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l (BOD <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l)	PO	127—282	162—181	14,0—143	55—600
	NO	102—308	94—175	8,0—154	63—638
Suspendirana tvar mg/l kod 105 °C (Suspended matter in mg/l at 105 °C)	PO	134—823	97—925	101—436	38—213
	NO	181—893	98—1023	174—479	26—239
Ukupna tvrdoća °HD (Total hardness HD)	PO	19,1—23	11,7—50	17,2—19,2	17,1—34,0
	NO	18,8—24,3	12,2—31	17,1—19,0	16,6—32,0
m-alkalitet ml <sup>n</sup> /10HCl (m-alkalinity mval)	PO	4,8—6,3	3,5—6,2	4,3—5,0	5,0—6,2
	NO	5,3—6,3	4,0—6,7	5,2—6,1	5,3—6,2
Fenoli mg/l (Phenols mg/l)	PO	0,03—1,23	0,04—0,05	0,09—0,95	0,01—0,88
	NO	0,02—1,39	0,05—1,08	0,16—1,55	0,01—1,07
Ugljikovodici mg/l (Hydrocarbons mg/l)	PO	12,0—36,9	14,5—290	14,8—15,3	16—40,2
	NO	27,6—85,4	13,7—328	12,9—29,6	13—44,0
Kloridi mg/l (Chlorides mg/l)	PO	100—145	70—192	32—100	40—120
	NO	80—172	78—190	32—100	63—140
Amonijak mg NH <sub>4</sub> /l (Amonia)	PO	3,5—50	0,2—20	0,2—10	0,3—60
	NO	4,0—30	0,1—20	0,15—10	0,3—60
Nitriti mg NO <sub>2</sub> /l (Nitrites)	PO	3—10	—	0—10	0—10
	NO	3—10	—	0—18	0—15
Sulfati mg SO <sub>4</sub> /l (Sulphates)	PO	74—289	77—96	55—94	74—134
	NO	77—332	92—153	89—113	94—126
Fosfati mg PO <sub>4</sub> /l (Phosphates)	PO	4,2—128	3—10	1,8—9,2	2,6—18,0
	NO	3,6—128	5,1—10	1,5—9,8	3,9—25,0
NBK/100 ml (MPN/100 ml)	PO	2,4 × 10 <sup>6</sup> — 240 × 10 <sup>6</sup> za sve sezone			
	NO	2,4 × 10 <sup>6</sup> — 240 × 10 <sup>6</sup> for all seasons			
Ukupan broj het. bakt. u 1 ml (Total number of het. bact. in 1 ml)	PO	78 × 10 <sup>3</sup> — 540 × 10 <sup>6</sup> za sve sezone			
	NO	102 × 10 <sup>3</sup> — 720 × 10 <sup>6</sup> for all seasons			
Ukupan broj plijesni u 1 ml (Total number of moulds in 1 ml)	PO	38 — 200 000 za sve sezone			
	NO	20 — 230 000 for all seasons			

Tabela 3. Ukupan broj vrsta alga u otpadnoj vodi gradskog kolektora Zagreb — Ivanja Rijeka, na potezu prije i nakon Organsko-ke-mijske industrije (OKI).

Table 3. Total number of algae in the waste water of the municipal collector Zagreb — Ivanja Rijeka, on the line before and after Organic chemical industry (OKI).

Datum i godina Date and year	Ukupan broj alga u uzorku Total number of algae in the sample	
	Prije (before)	Nakon (after) OKI-ja
25. 1. 1973.	14	9
8. 2. 1973.	14	13
21. 3. 1973.	14	13
5. 4. 1973.	14	16
29. 5. 1973.	10	17
29. 6. 1973.	10	12
3. 7. 1973.	10	11
28. 8. 1973.	14	12
19. 10. 1973.	10	13
20. 11. 1973.	14	12
13. 12. 1973.	5	6
17. 12. 1973.	8	5
14. 1. 1974.	6	10
20. 2. 1974.	11	11
15. 3. 1974.	21	11
28. 4. 1974.	17	16
19. 6. 1974.	12	9
1. 8. 1974.	10	7
7. 8. 1974.	9	8
Ukupan broj alga Totally algae	223	213

Tabela 4. Sezonsko praćenje alga u otpadnoj vodi kolektora Zagreb — Ivanja Rijeka prije (PO) i nakon (NO) OKI-ja (Organsko-kemij-ske industrije) od 25. 1. 1973. do 7. 8. 1974.

Table 4. Seasonal examination of algae in the waste water of the collector Zagreb — Ivanja Rijeka, before (PO) and after (NO) OKI, Organic-chemical industry, from January 25, 1973 to August 7, 1974.

Vrsta alge i broj nalaza po sezonama Species of algae and number of discoveries per season	Prije (Before) i Nakon (After) OKI-ja sezone							
	P	Lj	J	Z	P	Lj	J	Z
<i>Achanthes lanceolata</i>	1	—	—	2	—	—	—	—
<i>A. nodosa</i>	2	—	—	1	—	—	—	1
<i>Asterionella gracillima</i>	1	—	—	1	1	—	—	—
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Cannopilus hemisphaericus</i>	2	—	—	1	2	—	1	—
<i>Chlorella</i> sp.	1	—	1	1	1	—	1	1
<i>C. vulgaris</i>	2	—	—	—	2	—	—	1
<i>Closterium acerosum</i>	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Cyclotella comta</i>	1	—	—	—	1	—	—	1
<i>C. kuetzingiana</i> var. <i>planetofora</i>	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>C. meneghiniana</i>	1	—	—	1	—	1	1	—
<i>C. stelligera</i>	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cymbella affinis</i>	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>C. ventricosa</i>	2	1	—	2	3	1	—	—
<i>Cocconeis pediculus</i>	3	1	2	—	2	1	2	1
<i>C. placentula</i>	1	—	—	1	1	—	—	—
<i>Coscinodiscus</i> sp.	3	2	1	—	2	3	—	2
<i>Diatoma anceps</i>	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>D. elongatum</i> var. <i>tenuis</i>	1	—	—	—	1	—	—	1
<i>D. vulgare</i> var. <i>ehrenbergii</i>	1	1	—	2	—	—	—	2
<i>D. vulgare</i> var. <i>capitulatum</i>	2	1	—	1	2	—	1	1
<i>D. vulgare</i>	2	1	—	1	1	1	—	1
<i>Dictyota fibula</i>	1	—	—	1	—	—	—	—
<i>Fragilaria crotonensis</i>	2	1	—	1	2	2	—	2
<i>Gomphonema olivaceum</i>	2	2	2	3	3	—	—	2
<i>G. constrictum</i> var. <i>capitatum</i>	1	1	—	1	1	1	—	1
<i>Gomphonema parvulum</i>	1	2	2	1	2	—	—	1
<i>G. lanceolatum</i>	1	—	—	—	2	1	—	—
<i>G. constrictum</i>	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Gyrosigma scalproides</i>	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i>	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Lyngbya ochracea</i>	4	2	2	2	4	3	3	2
<i>Melosira varians</i>	1	—	1	2	—	1	1	—
<i>M. granulata</i>	—	1	—	—	—	1	—	—
<i>M. italica</i> var. <i>tenuissima</i>	—	1	—	—	—	2	—	—
<i>Microcystis</i> sp.	4	1	3	2	5	4	3	2
<i>M. flos-aquae</i>	1	1	—	—	2	—	—	—
<i>Mougeotia</i> sp.	2	—	1	—	2	—	1	2
<i>Microspora quadrata</i>	—	1	1	—	—	1	1	1
<i>Navicula gracilis</i>	1	3	1	1	—	4	1	2
<i>N. minuscula</i>	1	2	—	1	1	1	—	—
<i>N. viridula</i>	5	1	1	3	6	1	—	3
<i>N. lanceolata</i> var. <i>tenuirostris</i>	1	—	2	2	1	1	2	1
<i>N. pupula</i> var. <i>rostrata</i>	1	—	—	1	—	—	—	—
<i>N. exigua</i>	1	—	—	1	—	—	—	—
<i>N. cryptocephala</i>	—	—	—	1	1	—	—	1
<i>N. reinhardtii</i>	—	—	—	—	1	—	—	1
<i>Nitzschia paleacea</i>	2	1	—	1	1	2	—	1

Vrsta alge i broj nalaza po sezonama Species of algae and number of discoveries per season	Prije (Before) i Nakon (After) OKI-ja sezone							
	P	Lj	J	Z	P	Lj	J	Z
▶ <i>N. palea</i>	4	3	3	3	3	4	3	3
<i>N. sublinearis</i>	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>N. acicularis</i>	2	2	1	2	1	1	1	1
<i>N. stagnorum</i>	—	—	1	1	1	1	—	—
<i>N. thermalis</i>	1	1	—	1	—	1	—	—
<i>N. heufleriana</i>	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Nostoc calcicola</i>	—	—	—	—	1	—	1	—
<i>Oscillatoria formosa</i>	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>O. tenuis</i>	—	1	—	—	—	1	—	—
<i>Phormidium foveolarum</i>	5	3	2	4	6	2	2	3
<i>P. ambiguum</i>	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>P. valderianum</i>	1	—	—	—	1	—	—	1
<i>P. corium</i>	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	1	—	—	2	—	1	1	—
<i>Spirulina sp.</i>	1	1	—	3	3	—	1	2
<i>S. subtilissima</i>	2	2	2	1	2	3	2	2
<i>Stigeoclonium sp.</i>	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Stauroneis anceps</i>	1	1	—	1	1	1	—	—
<i>Surirella ovata</i>	1	—	—	2	1	1	—	1
<i>Synedra ulna</i>	4	2	1	3	4	2	2	3
<i>Xenococcus kernerii</i>	—	—	—	—	—	—	—	1
Ukupan broj nađenih alga po se- zonama prije i nakon OKI-ja Total number of algae found per season before and after OKI	81	44	33	65	78	52	30	53
Ukupno u 20 uzoraka otpadne kolektorske vode Totally in 20 samples of the collector waste water				223			213	

Tabela 5. Najčešće vrste alga koje se nalaze u otpadnoj kolektorskoj vodi Zagreba (od 25. 1. 1973. do 7. 8. 1974).

Table 5. The most frequent species of algae found in the collector-waste water of Zagreb (from January 25, 1973 to August 7, 1974)

Vrsta alge Species of algae	Alge nađene u uzorcima otpadne vode preko 10 puta i preko 20 puta Algae found in samples of the waste water more than 10 times and more than 20 times	
<i>Cocconeis pediculus</i>	×	
<i>Coscinodiscus</i> sp.	×	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	×	
<i>Gomphonema olivaceum</i>	×	
<i>Navicula gracilis</i>	×	
<i>N. viridula</i>	×	
<i>N. lanceolata</i> var. <i>tenuirostris</i>	×	
<i>Nitzschia acicularis</i>	×	
<i>Spirulina</i> sp.	×	
<i>S. subtilissima</i>	×	
<i>Lyngbya ochracea</i>		×
<i>Microcystis</i> sp.		×
<i>Nitzschia palea</i>		×
<i>Phormidium foveolarum</i>		×
<i>Synedra ulna</i>		×

Tabela 6. Prosječne vrijednosti nekih parametara prije i nakon 60 dana pri sobnoj temperaturi i dnevnom svjetlu pod utjecajem djelovanja mikroflora otpadne kolektorske vode prije (PO) i nakon (NO) OKI-ja

Table 6. Average values of some parameters before and after 60 days at room temperature and daylight, under the influence of the microflora of the collector-waste water, before (PO) and after (NO) OKI

Vrsta analize Kind of analysis	Mjesto uzimanja uzoraka Place of sampling	Prije (before) 60 dana (days)	Nakon (after) 60 dana (days)
Fenoli (phenols) mg/l	PO	1,560	0,025
	NO	1,870	0,038
BPK <sub>5</sub> -BOD <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /l	PO	490	16
	NO	580	20
Utrošak KMnO <sub>4</sub> mg/l (Consumption of)	PO	1812	90
	NO	2140	116
NBK/100 ml (MPN/100 ml)	PO	24 × 10 <sup>6</sup>	960
	NO	24 × 10 <sup>6</sup>	2400
Ukupan br. het. bakt./ ml (Total number of het. bact.)	PO	7,64 × 10 <sup>6</sup>	2180
	NO	9,71 × 10 <sup>6</sup>	6040



## Z a k l j u č a k

Rezultati analiza vodâ glavnog kolektora grada Zagreba pokazuju da je ona jako opterećena otpadom industrije i gradskih naselja. Radi zaštite podzemnih i površinskih voda na tom području, te se vode ne bi smjele ispuštati u prijemnik-rijeku Savu bez prethodnog pročišćavanja.

Pored velikog organskog i anorganskog opterećenja kolektorskih voda u njima je nađeno 70 vrsta alga koje vjerojatno potječu iz voda potoka Zagrebačke gore. Međutim, manji je broj alga (5—15) koje se javljaju češće u kolektorskoj vodi. Također je broj alga nakon primanja otpadnih voda OKI-ja znatno manji. Utvrđeno je nadalje da je mikroflora u vodi kolektora vrlo aktivna u procesima mineralizacije otpadnih organskih tvari, što osobito dolazi do izražaja u ljetnom periodu. To se svojstvo mikroflora koristi u OKI-ju za dobivanje aktivnog mulja u tanku za aeraciju i defenolizaciju.

Ova će se ispitivanja nastaviti da bi se dobio što pouzdaniji test za utvrđivanje štetnog utjecaja industrijskih otpadnih voda na alge i druge organizme u prijemnicima. Takva i slična ispitivanja pokazuju, osim toga, i potrebu uključivanja biologa u laboratorijsku kontrolu industrijskih rashladnih i otpadnih voda, te kontrolu tehnoloških procesa biološkog pročišćavanja otpadnih voda.

## L i t e r a t u r a

- Fott, B., 1957: Taxonomie drobnohledne flory naših vod. *Preslia* 29, 278—319.
- Gazivoda, V., Munjko, I. i Putz, L., 1972: Ispitivanje površinskih voda u SR Hrvatskoj. *Vodoprivreda* 5, (21—24) 121—125.
- Geitler, L., 1932: Cyanophyceae — Rabenhorst's Kriptogamentoflora 14. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Leipzig.
- Maloseja, Ž., Pavletić, Z. i Munjko, I., 1972: Biološka razgradnja fenola pomoću mješovitih i čistih kultura alga. *Acta bot. Croat.* 31, 129—138.
- Mežnarić, I., 1974: Rezultati ispitivanja kolektora Ivanja Rijeka, rijeke Save i tvornice »OKI« od 28. 5. 1974. Zavod za zaštitu zdravlja grada Zagreba (rukopis).
- Munjko, I., 1973: Važnost sondiranja tla radi određivanja stupnja zagađenosti podzemnih voda. *Voda san. teh.* 3, (3) 45—49.
- Munjko, I., 1974a: Značaj ispitivanja otpadnih voda kolektora Zagreb-Ivanja Rijeka. Zbornik referata »Evakuacija i prečišćavanje otpadnih voda naselja i industrije«. Knjiga I 53—92. Stubičke Toplice 24—26. 4. 1974. Udruženje za tehnologiju vode. Beograd.
- Munjko, I., 1974 b: Tretiranje i kontrola rashladne vode Organsko-kemijske industrije. Zbornik referata sa seminara rashladnih voda. 15—42. Jugoenetrik. Beograd.
- Munjko, I. i Mikličan, R., 1974: Defenolizacija otpadnih voda Organsko-kemijske industrije. *Arh. hig. rada* 25, (2) 265—273.
- Pavletić, Z., Tomec, M. i Munjko, I., 1974: Važnost ispitivanja otpadnih voda kolektora Zagreb. Bilten Jugoslavenskog komiteta Čovjek i biosfera (u tisku).
- Pascher, A., 1914—1930: Die Süßwasserflora Mitteleuropas (Deutschlands, Österreichs und der Schweiz). Heft 1—12, Gustav Fischer Jena.
- Sušnjak, N., 1971: Saprobiološka istraživanja Maksimirskih jezera i potoka Bliznec sa posebnim osvrtom na biljne indikatore. Diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Biološki odjel.

## SUMMARY

### THE INFLUENCE OF WASTE WATERS ON ALGAE IN THE OPEN COLLECTOR OF ZAGREB AT IVANJA RIJEKA

*Marija Tomec, Zlatko Pavletić and Ignac Munjko*

(Institute of Botany, University of Zagreb  
OKI Laboratory for the Control of Waters — Zagreb)

The results of an analysis of waters from the main collector in the city of Zagreb show that the water is loaded with industrial and municipal wastes. For the purpose of protection of underground and surface waters in that region, these waters should not be allowed to flow into the receptor of the river Sava, without being purified beforehand.

In addition to the great organic and inorganic load of the collector waters, there were 70 species of algae found, that had their origin probably in brook-waters of Zagrebačka gora. However, there was a smaller number of algae (5—15) that are otherwise relatively frequent in the collector water. The number of algae found in the water after the reception of the OKI — waste waters was considerably decreased too. It was established furthermore that the microflora in the collector water was very active in the process of mineralisation of waste organic matter, especially in the summer period. That property of microflora is used by OKI to obtain activated sludge in the tank for aeration and dephenolisation.

These investigations will be continued, with a view to getting as reliable a test as possible, for establishing deleterious influence of industrial waste waters on algae and other organisms in receptors. At the same time, such and similar investigations point at the necessity of including biologists into the laboratory control of industrial cooling- and waste-waters, and the control of technological processes in biological purification of waste waters.

Prof. dr Zlatko Pavletić,  
Marija Tomec, prof. biol.  
Institut za botaniku Sveučilišta  
Odjel za istraživanje nižeg bilja  
Rooseveltov trg 6/II  
41000 Zagreb (Jugoslavija)

Ignac Munjko, mr. biol.  
Organsko-kemijska industrija  
Laboratorij za kontrolu voda Žitnjak  
41000 Zagreb (Jugoslavija)