

## Alifatski i aromatski ugljikovodici u industrijskoj otpadnoj vodi

I. Munjko i D. Hegedić

### Izvod

Određivane su koncentracije alifatskih (ekstratibilne tvari) i aromatskih (aromati) ugljikovodika u industrijskim otpadnim vodama petrokemijskog kompleksa u periodu od 1981. do 1983. godine. Ustanovljeno je, da opadaju vrijednosti koncentracija ovih supstancija u navedenom ispitnom periodu. Nadalje je primijećeno smanjenje koncentracija tih supstancija u odnosu na raniji ispitni period, usprkos povećane petrokemijske proizvodnje. Neke uvećane vrijednosti ovih ispitivanih supstancija u industrijskim otpadnim vodama su vjerojatno posljedica propusta u tehnološkom postupku čišćenja otpadnih voda.

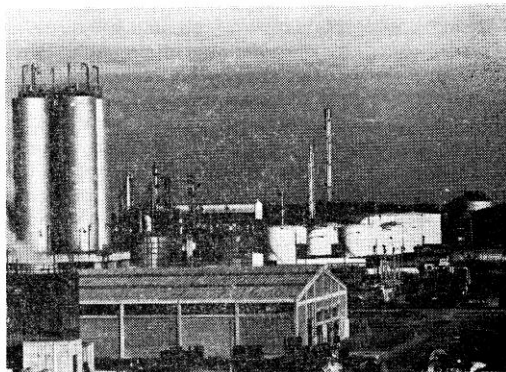
### UVOD

Alifatski (ekstratibilne tvari) i aromatske (aromati) ugljikovodici onečišćenjem površinskih i podzemnih voda izazivaju ozbiljne poremećaje ekosistema. Najčešći izvori onečišćenja su industrija (rafinerije nafte) (sl. 1.), skladišta petrokemikalija i saobraćaj. Prije desetak god. (K o l n, 1975) ustanovljeno je onečišćenje okoline ugljikovodicima, koje potječe od slijedećih vrsta saobraćaja, a izraženo je u kg po stanovniku svijeta i iznosi: za avione 0,05; brodove 4,0; lokomotive 8,0 i automobile 9,0. Ipak većina ovakvih onečišćenja dolazi iz industrijskih postrojenja preko industrijskih otpadnih voda ili onečišćenja zraka u površinske i podzemne vode (K n a p i W i l l i a m s, 1982; P i t t s i s u r., 1975; M u n j k o i s u r., 1984). Više puta je eksperimentalno potvrđeno, da su takove supstancije otrovne za biljne i životinjske vrste, koje žive u vodi (M u n j k o i G r b i ć, 1977; M u n j k o i E r b e n, 1979). Svakako je nužno razgraditi takove supstancije prije puštanja u gradsku kanalizaciju, vodotok, jezero ili more, a zato postoji više načina. Dosta je česta bio-razgradnja pomoću određenih vrsta mikroorganizama (T o g g e r i B i a n c h i, 1983).

U ovom radu dane su vrijednosti ekstratibilnih tvari i aromata u posljednjih tri godine i diskutirane su njihove vrijednosti i utjecaj na ekosistem.

Dr. Ignac Munjko, viši znanstveni suradnik, CDO — Zavod Biotehnika, Zagreb.

Dr. Damir Hegedić, INA — Organsko kemijska industrija, Zagreb.



Slika 1. Petrokemijski kompleks u Zagrebu

### MATERIJAL I METODE

Uzorci industrijske otpadne vode uzimani su na ulazu kolektora INA-OKI-a u glavni kolektor grada Zagreba (sl. 2.). Određivanje ekstratibilnih tvari (alifatski ugljikovodici) u takovim uzorcima vode rađeno je po JUS-u H. ZI. 151 na taj način, da je izvršena ekstrakcija uzoraka industrijske otpadne vode s tetraklor-ugljikom (CCl<sub>4</sub>), a zatim je infracrvenom spektrometrijom (Infrared Spectrometer, Model 599B, Perkin Elmer) određena adsorpcija CH vrpca kod slijedećih valnih dužina: 3,28; 3,40 i 3,50 μm. Određivanja aromata (aromatski ugljikovodici) u istim uzorcima indu-

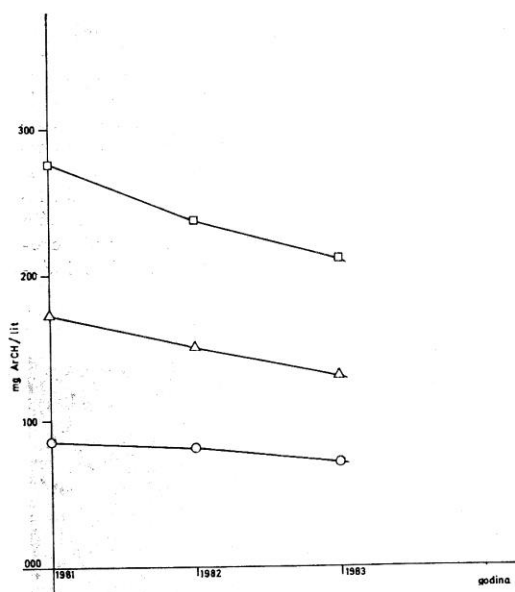


Slika 2. Industrijski kolektor na ulazu u glavni gradski kolektor

strijske otpadne vode rađeno je po istom postupku, samo je mjerenje adsorpcije izvršeno kod odgovarajućih valnih dužina za benzen, toluen, etilbenzen, stiren, alfa-metil-stiren i kumen. Koncentracije ekstratibilnih tvari i aromata izražene su u miligramima na litru industrijske otpadne vode. Srednje mjesečne vrijednosti ekstratibilnih tvari i aromata (tabl. 1.–3.) su srednje vrijednosti od 3 do 44 pojedinačna mjerenja.

### REZULTATI I DISKUSIJA

Vrijednosti ekstratibilnih tvari i aromata u industrijskoj otpadnoj vodi na izlazu iz industrijskog kolektora u glavni gradski kolektor za period od 1981. do 1983. godine izneseni su na tabl. 1.–3. Ova sadašnja ispitivanja su nastavak ranijih ispitivanja istih supstancija u industrijskim otpadnim vodama (Munjko i sur., 1982). Uspoređujući ranije vrijednosti ekstratibilnih tvari i aromata u otpadnoj vodi vidi se bitno smanjenje, što je vjerojatno posljedica poboljšavanja tehnologije pročišćavanja industrijskih otpadnih voda. U vremenskom intervalu ovih ispitivanja, uočen je trend smanjenja godišnjih srednjih vrijednosti aromata (sl. 3.) a posebno srednjih vrijednosti maksimuma, dok je nešto blaži pad godišnjih prosjeka srednjih mjesečnih i minimalnih vrijednosti aromata. Slični pad godišnjih prosjeka vrijednosti ekstratibilnih tvari se vidi na sl. 4. osim 1982. godine, gdje je samo zbog dviju visokih vrijednosti ekstratibilnih tvari (3496 i 2722 mg/l) znatno povećan godišnji prosjek srednjih mjesečnih i ma-



Slika 3. Dinamika prosječnih vrijednosti aromata od 1981. do 1983. godine

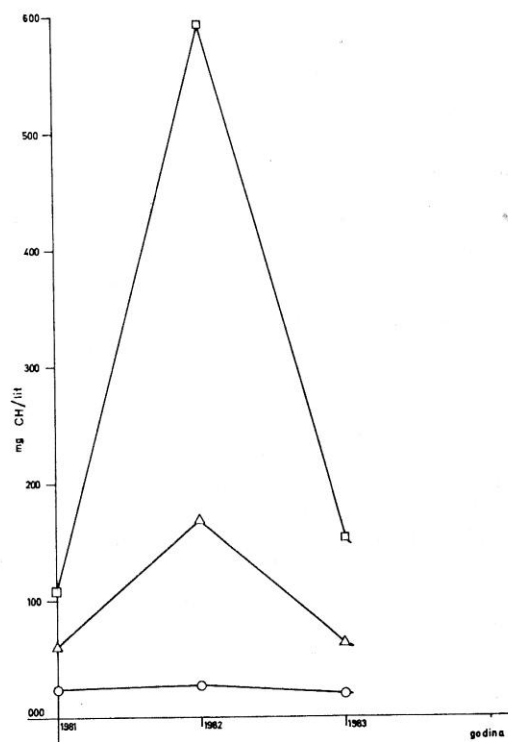
ArCH aromati  
 □ maksimalne vrijednosti aromata  
 ○ minimalne vrijednosti aromata  
 △ srednje vrijednosti aromata

ksimalnih vrijednosti, dok se to toliko ne osjeća kod minimalnih vrijednosti ekstratibilnih tvari (sl. 4.).

Tablica 1. Vrijednost sadržaja ekstratibilnih tvari i aromata u otpadnim vodama INA-OKI-a na izlazu u gradski kolektor tokom 1981.

Mjesec	Konc. CH (mg/l)			Konc. ArCH (mg/l)		
	Min.	Max.	Sred.	Min.	Max.	Sred.
1	22	149	60,0	132	223	193,8
2	31	177	75,0	128	868	377,7
3	19	43	33,5	77	223	157,3
4	6	110	67,8	85	272	193,0
5	24	128	58,8	53	390	179,0
6	30	83	54,3	115	362	208,0
7	29	98	63,2	—	158	158,0
8	20	40	29,8	64	115	86,8
9	33	275	125,0	—	125	125,0
10	26	76	54,3	77	139	116,0
11	41	188	81,3	88	173	115,8
12	12	46	31,6	94	272	157,0

(CH) — ekstratibilne tvari  
 (ArCH) — aromati



Slika 4. Dinamika prosječnih vrijednosti ekstratibilnih tvari od 1981. do 1983. godine

CH ekstratibilne tvari  
 □ maksimalne vrijednosti ekstratibilnih tvari  
 ○ minimalne vrijednosti ekstratibilnih tvari  
 △ srednje vrijednosti ekstratibilnih tvari

Tablica 2. Vrijednosti sadržaja ekstratibilnih tvari i aromata u otpadnim vodama INA-OKI-a na izlazu u gradski kolektor tokom 1982.

Mjesec	Konc. CH (mg/l)			Konc. ArCH (mg/l)		
	Min.	Max.	Sred.	Min.	Max.	Sred.
1	27	32	30,3	137	202	168,8
2	21	109	46,3	109	208	148,0
3	22	37	31,4	99	175	135,8
4	27	67	45,3	70	178	144,5
5	27	187	70,0	115	179	146,0
6	18	146	52,8	30	158	91,8
7	23	77	39,8	51	201	115,6
8	32	64	44,3	66	139	106,8
9	26	3496	824,8	103	385	213,3
10	38	2722	739,8	40	233	118,0
11	49	137	91,0	94	677	317,5
12	21	65	44,0	52	128	110,6

(CH) – ekstratibilne tvari  
(ArCH) – aromati

Tablica 3. Vrijednosti sadržaja ekstratibilnih tvari i aromata u otpadnim vodama INA-OKI-a na izlazu u gradski kolektor tokom 1983.

Mjesec	Konc. CH (mg/l)			Konc. ArCH (mg/l)		
	Min.	Max.	Sred.	Min.	Max.	Sred.
1	25	81	39,0	72	268	108,0
2	19	76	33,5	59	167	108,8
3	24	49	36,6	111	195	158,8
4	22	244	90,5	85	353	207,8
5	15	133	58,7	75	180	130,0
6	19	131	66,2	62	96	79,0
7	16	111	65,5	47	81	66,5
8	24	66	40,8	34	99	74,5
9	13	50	33,2	43	241	121,0
10	27	296	128,3	81	246	175,8
11	23	29	26,5	96	193	145,0
12	10	570	130,8	79	407	193,5

(CH) – ekstratibilne tvari  
(ArCH) – aromati

kom trogodišnjih ispitivanja ekstratibilnih tvari i aromata uočeno je, da većina srednjih mjesečnih vrijednosti ekstratibilnih tvari iznosi manje od 100 mg/l, dok se kod aromata ona kreće između 100 i 200 mg/l industrijske otpadne vode. Samo jednom 1981. godine (125 mg/l) i dva puta 1983. godine (128,3 i 130,8 mg/l) nađene vrijednosti su nešto iznad 100 mg/l, dok su visoke vrijednosti tokom 1982. godine (824,8 i 739,8 mg/l) vjerojatno posljedica poremećaja u sistemu pročišćavanja otpadnih voda. Srednje mjesečne vrijednosti aromata su dosta izjednačene u relativno uskom intervalu, tako da samo jednom ili dva puta godišnje prelaze vrijednosti od 200 mg/l. Nešto niže vrijednosti ekstratibilnih tvari i aromata primjećene su u ljetnom periodu, dok su više uočene u zimskom i jesenjem periodu. Iako je uočen trend smanjenja ekstratibilnih

tvari i aromata još uvijek su vrijednosti dosta visoke. Ovakova onečišćenja dolaze u rijeke i jezera, a zatim i u more, gdje štetno djeluju na prisutnu floru i faunu (Smith i Maher, 1984; Eadie, 1984). Posebno su opasni aromatski ugljikovodici, zbog povećane otrovnosti, a većina od njih ima karcinogeni karakter (Vranjican, 1972).

### ZAKLJUČAK

Ova ispitivanja ekstratibilnih tvari i aromata pokazala su trend smanjenja njihovih koncentracija u otpadnim vodama usprkos povećanja petrokemijske proizvodnje. No i nadalje treba smanjivati njihove količine, jer se na taj način omogućuje smanjenje onečišćenja okoline i dobivaju se nove količine važnih petrokemijskih sirovina.

### SAŽETAK

Istraživana je prisutnost alifatskih (ekstratibilne tvari) i aromatskih (aromati) ugljikovodika u industrijskim otpadnim vodama petrokemijskog kompleksa u periodu od 1981. do 1983. godine. Za određivanje ekstratibilnih tvari i aromata korištene su standardne metode. Većina srednjih mjesečnih vrijednosti ekstratibilnih tvari iznosi manje od 100 mg/l, dok kod aromata se kreće između 100 i 200 mg/l. Neke visoke vrijednosti ekstratibilnih tvari vjerojatno su posljedica poremećaja u sistemu pročišćavanja otpadnih voda. Uočen je trend smanjenja ovih supstancija tokom ispitivanja, a također i u odnosu na raniji ispitni period. Ipak one su još uvijek dosta visoke i potrebno je u daljnjem periodu raditi na njihovom smanjenju. Na taj način se može vršiti zaštita okoline i dobiti nove količine važnih petrokemikalija.

### Summary

### ALIPHATIC AND AROMATIC HYDROCARBONS IN INDUSTRIAL WASTEWATERS

The presence of aliphatic (oils) and aromatic (aromate) hydrocarbons of petrochemical plant industrial wastewaters were investigated in the period from 1981 to 1983. Standard methods were used for the determination of oils and aromatic compounds. Most of the average monthly values of oils amounted to less than 100 mg/l, while the aromatic compounds were between 100 and 200 mg/l. Some higher values of the oils (824 and 739 mg/l) were a consequence of different water purification procedures. A trend of decrease of these substances during examination and moreover in relation to earlier investigations was observed. However, these substances are still quite high, therefore necessitating their reduction. In this way we can protect the environment, and receive a new amount of important petrochemicals.

## LITERATURA

- Eadie, B. J. (1984):** Distribution of polycyclic hydrocarbons in the Great Lake. *Adv. Environ. Sci. Technol.* 14, 195—211.
- Kolin, I. (1975):** Ekološki aspekti svjetske energetike. I. jugoslavenski simpozij »Kemija i energetika«. Zagreb 5—2, 598—599.
- Knap, A. H. and Williams, J. P. J. (1982):** Experimental studies to determine the fate of petroleum hydrocarbons from refinery effluent on an estuarine system. *Environ. Sci. Technol.* 16, 1—4.
- Munjko, I. i Erbem, R. (1979):** Ispitivanja utjecaja nekih petrokemijskih tvari na *Rx* rotatoriju (*Dicranophorus forcipatus* o.f. Müller) pod laboratorijskim uvjetima. *Voda i san. teh.* 9/2, 35—40.
- Munjko, I., Grbić, D. (1977):** Influence of styrene and alpha-methylstrene upon alga and moulds. *Biologia (Bratislava)*. 32/3, 173—177.
- Munjko, I., Hegedić, D., Pavičić, V. (1982):** Problem određivanja aromatskih ugljikovodika u vodi. *Ribarstvo Jugoslavije*. 37 (1), 12—17.
- Munjko, I., Hegedić, D., Pavičić, V. (1984):** Ekološka određivanja prisutnih petrokemikalija u tlu i vodi. III. kongres ekologa Jugoslavije. Sarajevo, 527.
- Pitts, J. N., Lhoyd, A. C., Sprung, J. L. (1975):** Ecology energy and economic. *Chem. Brit.* 11 (7), 247—256.
- Smith, D. J., Maher, W. A. (1984):** Aromatic hydrocarbons in waters of Port Phillip Bay and Yarra river estuary. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 35 (2), 119—128.
- Tagger, S., Bianchi, A. (1983):** Effect of microbial seeding crude oil in seawater in a model system. *Marine Biology*. 78, 13—17.
- Vranjican, D. (1972):** Karcinogene kemijske supstancije u nafti. *INA—Vjesnik*. 9 (272—273), 10.

Primljeno 17. 12. 1984.