

IZLJEV NAFTE U MORE — PORIJEKLO I SUDBINA

AN OIL SPIL AT SEA — ORIGIN AND FATE

Marijan Ahel i Mladen Picer

*Institut »Ruđer Bošković«, Centar za istraživanje mora,
Zagreb — Rovinj*

Kombinacijom IC-spektrofotometrije, spektrofotometrije i plinske kromatografije praćena je sudbina i rasprostranjenje razlivenih 100—1000 tona mineralnog ulja u blizini zapadne obale Istre.

Kvalitativna analiza je pokazala da uzorci sakupljeni uz obalu imaju veliku sličnost sa onima uzetim iz same naftne mrlje.

Using the combination of IR spectrophotometric, spectrofluorometric and gas chromatographic technique the oil spilt (100 to 1000 t of oil) close to the west Istrian coast was monitored.

Qualitative analysis showed that samples collected close to the shore were very similar to those from the oil spill itself.

UVOD

Zagađenje naftom i njezinim derivatima predstavlja, s obzirom na veliku primjenu ovih materijala u svim oblastima čovjekova života, jedan od najraširenijih i najaktuelnijih oblika zagađenja čovjekove okolice. U posljednje vrijeme pažnju javnosti privlače sve češća akutna zagađenja mora naftom koja se događaju bilo zbog udesa tankera bilo zbog nekontroliranih erupcija na morskim izvorištima nafte (Smith 1968, Anonymus 1970, Foster *et al.* 1971, Bratberg 1977). Iako ovi oblici zagađivanja mora mineralnim uljima iznose svega 5% od ukupne količine koja dospijeva na različite načine u sva svjetska mora (Goldberg 1976, McAuliffe 1976, Picer 1977) i relativno su rijetki, oni za područja u kojima se dogode predstavljaju prave katastrofe, pogotovo ako su u pitanju zatvorena mora i zaljevi.

U Jadranu se, na sreću, nije do sada dogodio takav katastrofalan udes prilikom kojega bi došlo do izlivanja nekoliko desetaka tisuća tona nafte ili njezinih derivata. Međutim, poznato je, prema podacima riječke lučke kapetanije, da se godišnje samo na području riječke luke, bakarske luke i sidrišta pred Rijekom, registrira od 10 do 20 manjih izljeva nafte i njezinih derivata (Crnković *et al.* 1973).

Udes koji se početkom 1977. godine zbio pred zapadnom obalom Istre gdje je nepoznati brod ispuštao znatnije količine mineralnih ulja u more (procjene su od 100 do 1000 tona) izazvao je velike rasprave u javnosti. To nas je ponukalo da ispitamo mogućnosti dokazivanja izvorišta zagađenja kao i praćenja rasprostranjenja naftne mrlje nakon udesa. Rezultati naših istraživanja prikazani su u ovome radu.

KRONOLOGIJA DOGAĐAJA

U noći između 2. i 3. siječnja 1977. godine primjećena je naftna mrlja na pučini u blizini svjetionika na otočiću Sv. Ivan. Nošena vjetrom i strujama ona se približila Rovinju. Nakon uviđaja koji su izvršili ljudi iz lučke kapetanije i stručnjaci poduzeća »Dezinsekcija« iz Rijeke, procijenjeno je da se izlilo oko 500 do 1000 tona mineralnih ulja. Naftna mrlja brzo se širila mijenjajući smjer prema trenutnim meteorološkim prilikama. Nakon 3 do 4 dana mrlja je putovala prema sjeveroistoku u obliku tankog filma dok su dijelovi krutih nakupina emulzija vode u nafti dospjeli na neke dijelove istarske obale.

MATERIJALI I METODE

Uzorkovanje

Uzorci morske vode uzeti su sa istraživačkog broda »Vila Velebita« tri dana nakon udesa. Za tu svrhu konstruiran je specijalni sistem za uzimanje uzoraka ispod naftnog filma na površini. Površinski uzorak zahvaćen je posudom i stavljen u staklenu bocu od jedne litre. Konzerviranje je izvršeno dodatkom bakrenog sulfata.

Nakupine emulzirane nafte dijelom su uzete iz naftne mrlje, a dijelom na plažama duž istarske obale kamo ih je izbacilo more. Uzorak iz same mrlje poslužio je kao referentski uzorak. Krute nakupine stavljene su u aluminijsku foliju i poslane na analizu.

Analitički postupci

Određivanje mineralnih ulja u vodi IC spektrofotometrijom

Postupak određivanja mineralnih ulja u vodi IC spektrofotometrijom sastoji se od ekstrakcije vode tetraklorugljikom te od mjerenja apsorbanije za C-H vezu na IC spektrofotometru. Detaljniji opis ove metode dan je u našem prethodnom radu (Picer *et al.* 1977).

Određivanje nafte u vodi spektrofotometrijom

Uzorak od jedne litre morske vode ekstrahira se n-heksanom za fluorescentnu spektroskopiju dvostrukom ekstrakcijom i zatim se dobivenome ekstraktu izmjeri fluorescencija na fluorometru (Freearde *et al.* 1970, Picer i Ahel 1977). Osjetljivost primjenjene metode je oko 1 $\mu\text{g/l}$, a kalibracijski pravac načinjen je prema nafti s poznatim sadržajem aromata. Emisijski spektri snimljeni su na fluorometru Farrand MK-1 skeniranjem valnih duljina pobudnog svjetla u koracima od 10 do 20 nm, za emisijska valna duljina postavljena je na maksimum za određeni uzorak. Valne duljine pobudnog i emitiranog svjetla vrlo su karakteristične za pojedini tip aromatske molekule te ova tehnika može poslužiti ne samo za kvantitativno određivanje nego i za razlikovanje određenih frakcija nafte »fingerprint« metodom.

Snimanje IC spektara emulzija vode u nafti (emulgirane nafte)

Zbog visokog sadržaja vode nije bilo moguće snimiti IC spektre direktnim nanošenjem materijala na pločicu KBr. Uzorci su otopljeni u tetraklorugljiku, sušeni pomoću natrijevog sulfata i lagano otpareni do suha. Otparni ostatak nanesen je u obliku filma na pločicu KBr i snimljen mu je IC spektar.

Snimanje emisijskih spektara emulgirane nafte

Načinjene su otopine emulgirane nafte u n-heksanu za fluorescentnu spektroskopiju te snimljeni njihovi emisijski spektri na fluorometru skeniranjem pobudnih valnih duljina kod konstatne valne emisijskog svjetla.

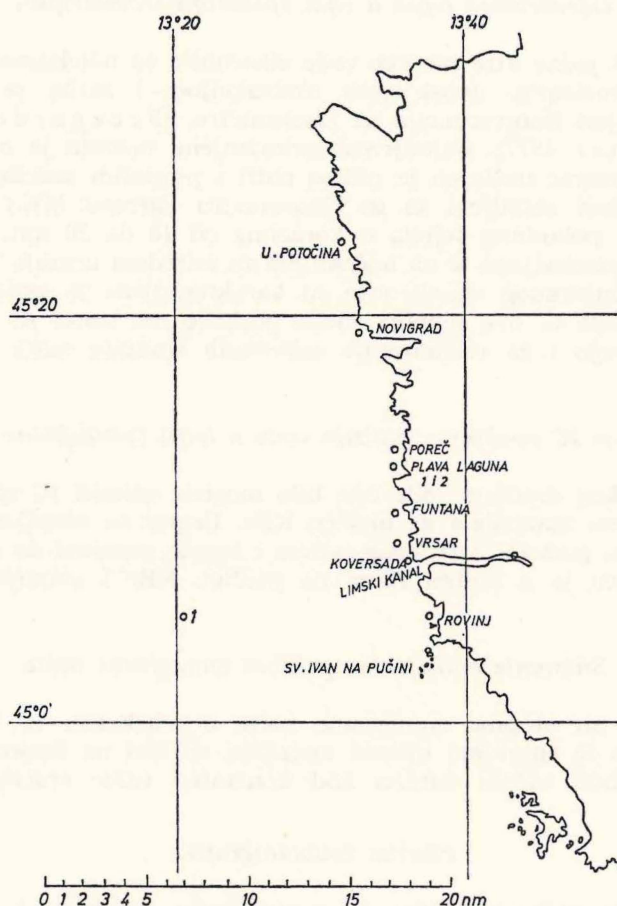
Plinska kromatografija

Emulgirana nafta otopljena je u ugljičnom disulfidu i načinjene su 1%-tne otopine. Otopine su injektirane u plinski kromatograf Hewlett-Packard 5370, a opremljen plamenoionizacijskim detektorom. Primijenjena je plinskokromatografska kolona sa stacionarnom fazom Apiezon L duljine 2 m uz temperaturni program od 80—250°C, 10°C/min.

REZULTATI I DISKUSIJA

Na slici 1 prikazano je područje zahvaćeno naftnom mrljom s naznačenim položajem postaja na kojima su uzeti uzorci vode i emulgiranih ostataka između 6. siječnja i 6. veljače 1977.

Osim kvantitativnih rezultata određivanje mineralnih ulja u vodi IC spektrofotometrijom daje i neke kvalitativne podatke koji omogućuju usporedbu uzoraka u cilju utvrđivanja njihove sličnosti ili različitosti. Naime, ukoliko se izmjerena koncentracija mineralnih ulja na dvije različite postaje pripisuje istoj nafti onda se može očekivati da će i oblik IC spektara biti vrlo sličan.

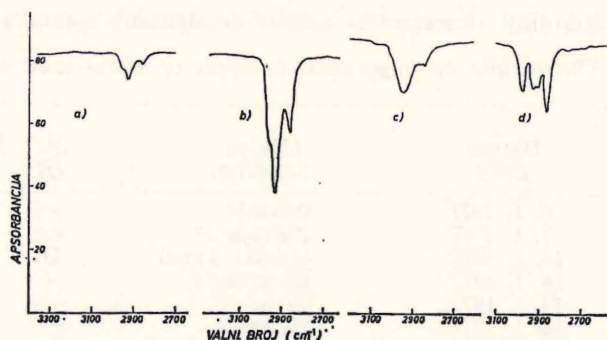


Sl. 1. Karta područja s mjestima na kojima je uzorkovano
Map of the west istrian coast with sampling sites

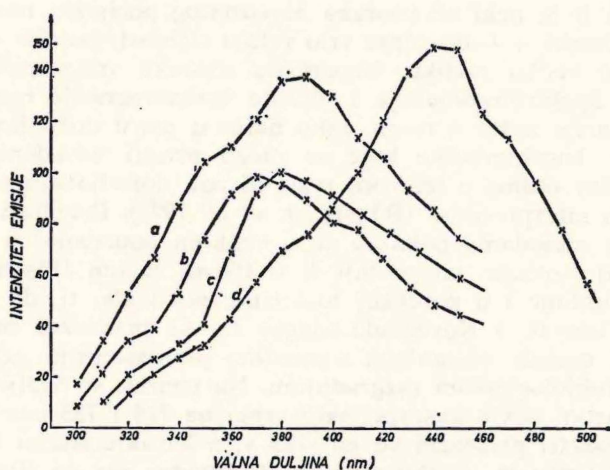
Na slici 2 prikazani su IC spektri ekstrakata vode te emuligrane nafte uzete za referentni uzorak. Spektar uzorka vode (2a) uzetog u naftnoj mrlji identičan je sa spektrom emulgiranog krutog ostatka (2b). Za razliku od njih IC spektri uzoraka cid su različiti, tj. njihov oblik nije više onaj koji je tipičan za uzorke uzete odmah nakon izljeva. Imajući u vidu nespecifičnost IC spektrofotometrijske metode za određivanje mineralnih ulja u vodi može se zaključiti da je došlo do promjene sastava dominantne organske tvari koja doprinosi izgledu IC spektra, tj. dominantna komponenta u ekstraktu nije više razlivena nafta.

Na slici 3 prikazani su emisijski spektri krutih emulgiranih ostataka i ekstrakata vode. Kako je metoda fluorometrije mnogo specifičnija za naftu nego IC spektrofotometrija to su i sve koncentracije nafte nakon razbijanja naftne mrlje na granici osjetljivosti metode pa potpune spektre ekstrakata

vode nije bilo moguće snimiti. Emisijski spektri uzoraka sakupljenih u naftnoj mrlji vrlo su slični. Postoji, međutim, razlika između spektra ekstrakta vode (b) i spektara emugiranih ostataka (c i d). Ta se razlika može tumačiti fizičkokemijskim promjenama koje je doživjela razlivena nafta.



Sl. 2. IC spektri ekstrakata vode: a) uzorak s postaje 1, 3 dana nakon izljeva, b) emulgirana nafta s postaje 1, c) uzorak s postaje kod Rovinja, 3 dana nakon izljeva, d) uzorak s postaje kod Rovinja, 15 dana nakon izljeva
IR spectra of water extracts: a) sample from station 1, 3 days after spill, b) water-in-oil emulsion from station 1, c) sample from station near Rovinj, 3 days after spill, d) sample from station near Rovinj, 15 days after spill



Sl. 3. Emisijski spektri (valna duljina ekscitacije 290 nm): a) nafta, b) ekstrakt vode s postaje 1, c) emulgirana nafta s postaje 1, d) emulgirana nafta izbačena na obalu
Emission spectra (excitation wavelength 290 nm): a) crude oil, b) water extract from station 1, c) water-in-oil emulsion from station 1, d) stranded water-in-oil emulsion

Na tablici 1 prikazani su rezultati kvalitativne analize emulgiranih ostataka IC spektrofotometrijskom i plinskokromatografskom »fingerprint« analizom. Kako su uzorci 1 i 2 (postaja 1 i Rovinj) uzeti iz naftne mrlje te je njihovo porijeklo evidentno oni su uzeti kao referentni uzorci prilikom

Tab. 1. Rezultati »fingerprint« analize emulgiranih ostataka nafte

The results of fingerprint analysis of water-in-oil emulsions

Broj uzoraka No of sample	Datum Date	Mjesto Location	IC IR	Plinska kromatografija GC
1.	6. 1. 1977.	Rovinj*	++	++
2.	7. 1. 1977.	Postaja 1*	++	++
3.	14. 1. 1977.	Limski kanal	O	O
4.	14. 1. 1977.	Koversada	+	+
5.	14. 1. 1977.	Vrsar	++	++
6.	14. 1. 1977.	Funtana	++	++
7.	14. 1. 1977.	Plava laguna 1	++	++
8.	14. 1. 1977.	Plava laguna 2	O	O
9.	14. 1. 1977.	Poreč-luka	+	++
10.	14. 1. 1977.	Novigrad	+	+
11.	14. 1. 1977.	Uvala Potočina	+	+

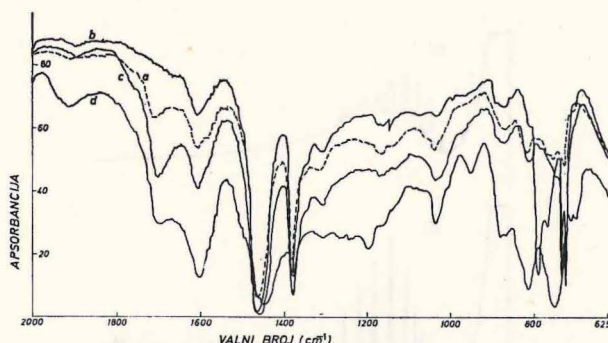
++ vrlo velika sličnost — *very similar*

+ slabija sličnost — *similar*

O vrlo velika razlika — *great differences*

* referentni uzorak — *reference sample*

odlučivanja da li je neki od uzoraka nepoznatog porijekla nastao iz naftne mrlje ili ne. Oznake ++ označuju vrlo veliku sličnost, oznake + slabiju sličnost, a O vrlo veliku razliku. Usporedba uzoraka »fingerprint« analizom, metodama IC spektrofotometrije i plinske kromatografije moguća je zbog velike perzistencije nafte u moru. Iako nafta u moru doživljava vrlo raznolike promjene, karakteristike koje se mogu pratiti navedenim metodama ostaju vrlo slične onima u izvornoj tvari ili pak doživljavaju promjene koje se mogu dobro interpretirati (Blumer *et al.* 1973). Rezultati »fingerprint« analize dvjema metodama pokazali su s velikom pouzdanošću da su uzorci sakupljeni kraj Rovinja, na postaji 1, u Plavoj laguni (Plava laguna) kod Vrsara, kod Funtane i u porečkoj luci istog porijekla, tj. da su posljedica izljeva nafte. Uzorak s Koversade mogao ba se pridružiti ovim uzorcima ako se razlike nastale nestankom n-parafina interpretiraju naknadnim promjenama mikrobiolojskom razgradnjom. Na uzorku su vidljive i kemijske promjene pojavom novih apsorpcijskih vrpca na 725 i 733 cm^{-1} . Neki karakteristični IC spektri prikazani su na slici 4, a karakteristični kromatogrami na slici 5. Referentnom uzorku pripada IC spektar »a« na slici 4 te kromatogram »a« na slici 5. Slike ilustriraju različit stupanj promjena koje su doživjeli uzorci u usporedbi s referentnim uzorkom. Iako je većina emulgiranih ostataka uzorkovana gotovo istovremeno oni su pretrpjeli različit stupanj promjena pod utjecajem vanjskih faktora koji se javljaju u lokalnim uvjetima u koje dospijeva uzorak. Tako će, na primjer, mikrobiolojska razgradnja biti neznatna ako nafta dospije na kamen dok će vrlo intenzivna biti u prisutnosti organske tvari (Blumer *et al.* 1973).



Sl. 4. IC spektri emulgiranih ostataka nafte: a) postaja 1, b) uvala Potočina, c) Koversada, d) Limski kanal
IR spectra of stranded water-in-oil emulsions: a) station 1, b) Potočina bay, c) Koversada, d) Limski kanal

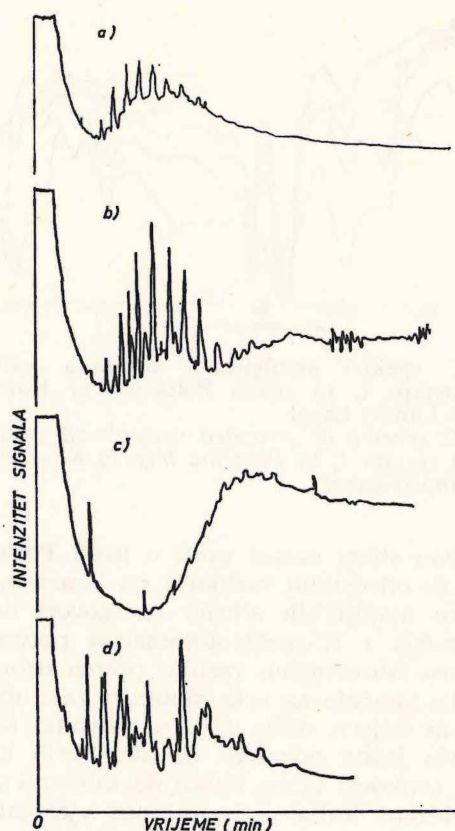
Vrlo su međusobno slični uzorci uzeti u uvali Potočina (sl. 4b i 5b) i kraj Novigrada koji se od ostalih razlikuju po izrazitim pikovima n-alkana te po malom gubitku hlapljivijih alkana što govori da su uzroci svježiji. I plinska kromatografija i IC-spektrofotometrija potvrdile su identičnost ovih uzoraka i njihovu istovremenu razliku prema uzorcima uzetim u Rovinjskom području. To upućuje na vrlo zanimljiv zaključak da se vjerojatno radi o nekom drugom izljevu nafte koji se dogodio samo nekoliko dana kasnije. Ovdje se vrlo jasno pokazalo da zbog vrlo loše organiziranog i neefikasnog opažanja ovakovih udesa dolazi do zabuna i neuspješnih potraga za nepoznatim počiniocem. Tako se i ovaj put vjerojatno dogodilo da su tek naknadne analize ukazale da su se dogodila dva izljeva u kratkom vremenskom razdoblju.

Uzorci iz Limskog kanala (sl. 4d i 5d) kao i drugi uzorak iz Plave lagune (sl. 5c). znatno se razlikuju od referentnih pa se može s velikom sigurnošću tvrditi da ne potječu od naftne mrlje već da su na obalu izbačeni ranije. To je vidljivo iz kromatograma koji pokazuje da su n-alkani već potpuno razgrađeni, a IC spektri pokazuju veliki stupanj kemijskih promjena.

Kombinacija tehnika IC spektrofotometrije, i plinske kromatografije omogućuje vrlo kompleksno praćenje sudbine i rasprostranjenja razlivena nafte. Ondje gdje prestaju mogućnosti jedne metode, određene efekte moguće je pratiti drugom metodom.

Nafta u moru doživljava vrlo raznovrsne promjene pod utjecajem fizičko-kemijskih i bioloških procesa poznatih pod skupnim pojmom »weathering« (Blumer *et al.* 1973, Buljan 1958).

Evaporacija je proces prilikom kojeg dolazi do selektivnog gubitka komponenti nafte s nižim vrelištem. Ovaj proces, međutim, vrlo slabo doprinosi frakcionaciji između raznih kemijskih vrsta ugljikovodika sa sličnom hlapljivošću. Nepromijenjena nafta sadrži komponente s vrlo širokim rasporodom vrelišta zbog neselektivnih geokemijskih procesa prilikom njena nastajanja. Gubici zbog otparavanja naglo se smanjuju s povećanjem molekulske težine. Gubitak lako hlapljivih komponenata dobro je vidljiv sa kro-



Sl. 5. Plinski kromatogrami emulgiranih ostataka nafte: a) postaja 1, b) uvala Potočina, c) Plava laguna 2, d) Limski kanal
Gas chromatograms of stranded water-in-oil emulsions: a) station 1, b) Potočina bay, c) Plava laguna 2, d) Limski kanal

matograma, posebno za starije uzorke (sl. 5c), jer prvi dio kromatograma ne sadrži pikove hlapljivijih spojeva koji su inače normalni sastojci nepromijenjene nafte.

Ukoliko nafta dospije u vodu dolazi isto tako do selektivnog procesa otapanja. Efekt je sličan efektu evaporacije, a donosi se prvenstveno na aromatske ugljikovodike i heterocikličke spojeve. I ovdje, naime, dolazi do gubitka komponenta s nižom molekulskom težinom zbog njihove veće topljivosti u vodi. U procesu otapanja dolazi do mnogo većeg gubitka u aromatskoj frakciji nego u zasićenoj frakciji slične molekulske težine. Efekt gubitka komponenata aromatske frakcije s manjim molekulskim težinama dobro se može pratiti fluorometrijom. Nakon promjena nastalih procesima evaporacije i dilucije mijenja se sastav aromatske frakcije tako da su u prvo vrijeme prevladavali aromati s jednom ili dvije jezgre, a nakon promjena višejezgreni aromati. Zbog toga se emisijski maksimum pomiče

sa nižih (340—360 nm; sl. 3b i 3c) prema višim valnim duljinama (preko 400 nm; sl. 3d).

Biologijska degradacija je proces mikrobne razgradnje nafte, a pokriva vrlo široko područje molekulskih težina. Ovisnost o molekulskoj težini nije toliko naglašena kao kod evaporacije i otapanja. Ovaj proces najbrže se odvija kod n-alkana, a redom je sve sporiji za izo-alkane, cikloalkane i aromate. Biologijsku degradaciju nafte najbolje je pratiti metodom plinske kromatografije jer najprije dolazi do eliminacije ravnolančanih alkana koji su na kromatogramima najrazlučenije komponente. Nestanak istaknutih pikova n-alkana vrlo dobro ilustrira mikrobnu razgradnju nafte.

Kemijska degradacija je proces koji je najslabije proučen. Prevladavaju oksidacijski procesi pri kojima nastaju alkoholi, karbonilni spojevi, sulfoksidi i drugi spojevi. Dugotrajne kemijske promjene dovode do stvaranja asfaltne mase. IC spektrofotometrijom najbolje se prate kemijske promjene pojavom novih apsorpcijskih vrpca. Naročito je karakteristična vrpca na 1700 cm^{-1} za karbonilnu grupu te promjene koje nastaju u dijelu spektra između 900 cm^{-1} i 625 cm^{-1} (sl. 4).

ZAKLJUČCI

Na temelju ovih istraživanja može se zaključiti slijedeće:

1. Primjenom tehnika IC spektrofotometrije, spektrofluorometrije i plinske kromatografije moguće je vrlo efikasno pratiti sudbinu naftne mrlje te njezino rasprostiranje kroz dulji period nakon izlivanja u more.

2. Premda su kao referentni uzorci uzeti nekoliko dana stari emulgirani ostaci ipak su mogli dobro poslužiti prilikom praćenja sudbine razlivenog mineralnog ulja za određivanje rasprostranjenja naftne mrlje.

3. Utvrđeno je da je naftna mrlja nastala udesom 3. siječnja zahvatila široko područje zapadnoistarske obale s najjačim posljedicama na području između Rovinja i Poreča.

4. Ovaj incident ukazuje na pomanjkanje organiziranog praćenja pojave izljeva nafte kao i na pomanjkanje akcije odgovornih organa za sakupljanje i dostavu uzoraka znanstvenim i stručnim institucijama koje raspolažu suvremenim metodama za praćenje ovih pojava na temelju čega se mogu izvršiti neka predviđanja kao i poduzeti eventualne mjere za sanaciju negativnih posljedica.

ZAHVALA

Autori zahvaljuju Samoupravnoj interesnoj zajednici za znanstveni rad SR Hrvatske na financijskoj pomoći.

LITERATURA

- Anonymus, 1970: The Arrow incident. Report of the scientific coordination team to the head of the task force operation oil. Prepublication edition, 6—15.
- Blumer M., Ehrhardt M. and Jones J. H. 1973: The environmental fate of stranded crude oil. Deep-sea research 20: 239—59.
- Bratberg E. 1977: The Bravo blow out. A report on marine research activities April 23 to May 5 1977 including some preliminar results. Fisker og havet, Serie B, 5: 1—41.
- Buljan M. 1958.: Biološki aspekti problema zagađivanja mora. Morn. Glasnik 7 (4), Split.
- Crnković D., Kružić S. i Mavrović I. 1973: Problem zaštite čovjekove sredine na području općine Rijeka, Skupština općine Rijeka, Rijeka.
- Foster M., Neushell M. jr. and Zignmarck R. 1971: The Santa Barbara oil spill. Part 2: Initial effects on intertidal and kelp bed organisms. Environmental pollution 2: 115—34.
- Freegarde M., Hatchard C. G. and Parker C. A. 1970: Oil spilt at sea: its identification, determination and ultimate fate. Laboratory Practice 20 (1): 35—40.
- Goldberg E. D. 1976: The health of the oceans, The UNESCO Press, Paris.
- McAuliffe C. D. 1976: Surveillance of marine environment for hydrocarbons. Marine science communications 2: 13—42.
- Picer M. 1977: Onečišćenje mora naftom i njenim derivatima. Pomorski zbornik 15: 437—69.
- Picer M., Ahel M. i Picer N. 1977: Neka zapažanja o primjeni standardnih spektrofotometrijskih metoda analize fenola i mineralnih ulja u morskoj vodi. Nafta 28; 99—101.
- Picer M. i Ahel M. 1977.: Nepublicirani podaci.
- Smith J. E. 1968: Torrey Canyon pollution and marine life. Cambridge U. P., 196 p.

Primljeno: 24. siječnja 1980.

AN OIL SPILL AT SEA — ORIGIN AND FATE

Marijan Ahel and Mladen Picer

*»Ruđer Bošković« Institute, Center for Marine Research,
Zagreb — Roninj*

SUMMARY

The amount 100—1000 tons of mineral oil was spilt at sea between January 2 and 3 1977 in the neighbourhood of west istrian coast.

Methods employed for the identification of spill origin and for monitoring of the spreading out of spilt oil are discussed.

The combination of IR spectrophotometric, spectrofluorometric, and gas chromatographic technique makes possible a very complex monitoring of oil spilt at sea: its identification, determination, and its fate in the marine environment. Numerous physico-chemical (evaporation, dissolution, chemical degradation) and biological processes modify and change the original characteristics of oil. However, for a long period after the spill, oil remains essentially unchanged and demonstrates its high persistence in the environment. In this work a lot of data, important for the better understanding of weathering process, are obtained. A possibility to trace the environmental fate of oil by applied analytical methods is discussed.

Using standard IR spectrophotometric method it is possible to monitor oil dissolved and/or dispersed in sea-water only immediately after an oil spill because of its relatively low sensitivity. In Fig. 2 IR spectra of seawater extracts are given. Only the sea-water extracts taken immediately after an oil spill (under visible oil slick) produce spectra similar to that of oil (»a« and »b«). In these extracts the spilled oil is the dominant constituent of the extract. After a few days, when dispersion process has been advanced, the dominant lipoid matter in the extract is no more oil. Spectra »c« and »d« show great differences in comparison with spectra of spilled oil (»a« and »b«).

In Fig. 4 different spectra of stranded water-in-oil emulsions are given. Referent sample is signated with »a«. Spectra »b« and »d« show significant differences in comparison with referent sample supporting the gas chromatographic data which suggest that these samples do not originate from the same spill. Spectrum »c« is very similar to that of the referent sample and show the advance of chemical changes after an oil spill especially by magnification of CO band absorption.

The employed spectrofluorometric method for the determination of oil in sea-water is more sensitive and more specific than IR spectrophotometric method. This technique makes possible the identification of oil in water even after a long period the spill occurred because of its high sensitivity on the most soluble and the most persistent fraction of oil. The changes of oil, especially of the aromatic fraction, caused by dissolution and evaporation, are well documented by this method.

In Fig. 3 fluorescent emission spectra are given. Curve »b« presents the spectrum of the sea-water extract. Maximum is produced at the emission wavelength of 360 nm and show the predominance of di- and trinuclear

aromatic hydrocarbons in the extract as the consequence of their higher solubility in sea-water. Stranded water-in-oil emulsions give spectra with the emission maximum at 440 nm indicating the high polynuclear aromatic hydrocarbons content. Curve «a» is produced by standard crude oil which consists of both dinuclear and polynuclear aromatic hydrocarbons and its maximum is between the first two (380—390 nm).

Gas chromatographic technique is very suitable for the examination of biochemical degradation and it illustrates well the effect of evaporation.

Chromatograms presented in Fig. 5 illustrate the suitability of the GC for fingerprint analysis. Chromatogram «a» represents the referent sample. Loss of the peaks in the first range of chromatogram indicate the effect of evaporation. Missing of n-alkanes peaks (chromatogram «c») show the effect of biodegradation of oil.

The importance of quick action of all responsible institutions including the governmental institutions and research institutes, in the case of an oil spill, is pointed out in the conclusion section. Sampling must be performed as soon as possible and the samples must be distributed to the research institutions for the identification purposes.