

»Trenutni snimak« zagađenja zraka u Kvarnerskom zaljevu 1980

Branko Ruščić, Dunja Srzić

UDK 577.471:614.71 (4971, KVARNER) »1980«

Problemi zagađivanja čovjekove okoline, a naročito atmosfere i vode, te sprečavanje i suzbijanje tih pojava postaju sve aktuelniji i ulaze gotovo u sve sfere čovjekove aktivnosti. Tim je problemima i ovaj časopis počeo davati potrebnu pažnju, te je do sada iz te problematike objavio dva članka. Ti članci nisu doduše direktno zahvatili udio naftne privrede u kontaminaciji okoline, ali su svakako bili interesantni za širi krug čitalaca »Naft«.

Ovaj treći članak već svojom problematikom direktnije ulazi i u probleme naftne privrede. Naime, u njemu se donose podaci o zagađivanju atmosfere mjereni na četiri izabrane lokacije Kvarnerskog zaljeva, od kojih su tri naročito izložene zagađivanju: Rijeka, Bakar i Omišalj.

Predmetna mjerenja su u stvari tzv. »nulto stanje«, tj. uglavnom prije intenzivne industrijske djelatnosti u tom području. Svakako treba očekivati da će autori i ubuduće pratiti pojave zagađivanja na tim lokacijama i preporučiti određene mjere za ublažavanje tih pojava.

Prikazani su i diskutirani rezultati mjerenja niza zagađivala (sumporni dioksid, dušikovi oksidi, nemetanski ugljikovodici, policiklički aromatski ugljikovodici i olovo) u nižim slojevima atmosfere na području Kvarnerskog zaljeva u vremenskom periodu od 16—25. 9. 1980. Dobiveni rezultati uspoređeni su s odgovarajućim podacima iz 1978. i 1979. Mjerenja su obavljena na četiri mjesta: Rijeka, Omišalj, Bakar i Punat. Rezultati mjerenja ukazuju da je zrak u području Kvarnerskog zaljeva znatno zagađen i da je potrebno poduzeti hitne mjere za kontrolu i očuvanje kvalitete zraka.

Podaci o autorima:

Branko Ruščić, dipl. inž., dr kemijskih nauka, znanstveni asistent u OOUR Fizička kemija, Instituta »Ruđer Bošković«

Dunja Srzić dipl. inž., dr kemijskih nauka, znanstveni asistent u OOUR Fizička kemija, Instituta »Ruđer Bošković«.

Industrijski, urbani, turistički i prometni razvoj Kvarnerskog područja, osobito izgradnja industrijskih giganta na tom području, kao što su koksara u Bakru, naftni terminal u Omišlju i petrokemijski kompleks na Krku, unosi veliku opasnost masovnog zagađenja zraka ovog područja.^{1,2} Ograničenost količina otpadnih tvari koje okoliš može prihvatiti zahtijeva stoga detaljnu analizu dodatnog opterećenja zračnog prostora dotične regije. Preduvjet za svaku takvu analizu predstavlja sistematsko snimanje stanja zračnog prostora prije izgradnje i korištenja industrijskih kapaciteta, pri čemu određivanje niza zagađivala³ (sumporni dioksid, ozon, dušikovi oksidi, nemetanski ugljikovodici, ugljični monoksid, dim, lebdeće čestice, olovo itd.) treba biti uključeno u karakterizaciji tog tzv. »nultog« stanja. Zadovoljivši službenim traženjima karakteriziranja kvalitete zraka prema udjelu sumpornog dioksida, dima i lebdećih čestica⁴, trenutno zakonski jedino potrebnim za dobivanje suglasnosti i dozvola za izgradnju i rad industrijskih kapaciteta, sistematsko snimanje »nultog« stanja zračnog prostora Kvarnerskog zaljeva nije provedeno. Osim navedena tri parametra vršeno je godinu dana (1976/77) praćenje koncentracije ozona u Omišlju.^{5,6} Ta su istraživanja pokazala da ozon, premda u ovo područje dolazi u velikoj mjeri transportom, predstavlja ljeti potencijalnu opasnost za formiranje fotosmoga pri očekivanim povišenim koncentracijama reaktivnih ugljikovodika zbog planirane kemijske industrije^{1,2,3-7}.

Usprkos odbijanja naših ponuda za nastavak mjerenja ozona i snimanja »nultog« stanja zagađivanja policikličkim aromatskim ugljikovodicima, imajući potrebnu iskustvo i opremu za određivanje koncentracija većeg broja zagađivala u zraku, a uviđajući akutnost problema odlaganja

snimanja »nultog« stanja za mnoga zagađivala, odlučili smo da u okviru svojih financijskih mogućnosti izvršimo nekoliko »trenutnih« snimaka zagađivanja zraka Kvarnerskog područja. Jasno je da ovakva kratkotrajna mjerenja ne mogu zamijeniti sistematska kontinuirana istraživanja, ali mogu poslužiti kao vrijedni indikatori postojećih stanja. Mjerenja su započeta 1978.⁶ (od 23—26. rujna) i ponovljena idućih godina (od 10—13. rujna 1979⁶ i od 16—25. rujna 1980).

Značajnu ulogu u mjerenjima provedenim 1980. imao je furgon domaće proizvodnje adaptiran u laboratorij za ispitivanje kvalitete zraka. Ovaj laboratorij, opremljen monitorima za ozon, dušikove okside, sumporni dioksid s izdvajačem za sumporovodik, ugljikovodike, te generator čistog zraka i mješalice s pećicom za permeacijske cjevčice u svrhu kalibracije, omogućava brzu promjenu lokacije mjerenja. Zrak za ispitivanje uzima se iz vertikalne cijevi promjera 4 cm provedena kroz krov furgona u kojoj se pomoću ventilatora uspostavlja protok barem 10 puta veći od potrebnog za sve instrumente.

Nepostojanje domaćih standarda za određivanje kvalitete zraka prema udjelu pojedinog zagađivala prisililo nas je da formiramo vlastite kriterije kvalitete zraka (Tablica 1)⁶. Ocjena za

Tablica 1. Kvalitativna područja prema mjernim volumnim udjelima zagađivala (u dijelovima na milijardu, ppb)

Table 1. Qualitative regions according to the measuring volumetric portions of the pollutants (in parts per billion, ppb)

| | Sumporni dioksid | Dušikov dioksid | Ozon |
|--------------|------------------|-----------------|---------|
| »vrlo dobar« | 0—40 | 0—60 | 0—60 |
| »dobar« | 40—70 | 60—100 | 60—100 |
| »nečist« | 70—150 | 100—200 | 100—200 |
| »nezdrav« | > 150 | > 200 | > 200 |

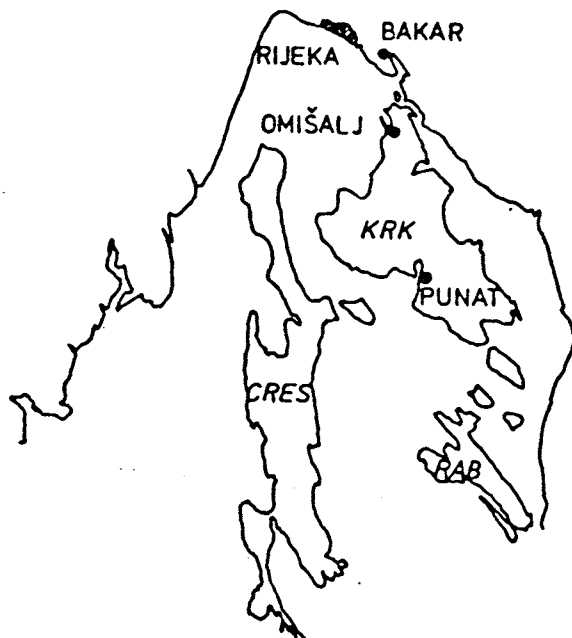
određeni dan temelji se na izmjerenim satnim volumnim udjelima (u dijelovima na milijardu) zagađivala kojeg je taj dan bilo najviše. Ocjena znači da u toku dana niti jedan sat nije prekošana pripadna vrijednost iz tablice, osim za sumporni dioksid, gdje se promatra dnevni ili višesatni prosjek. Ocjena »nezdrav« daje se kad je vrijednost iz tablice prekoračena u dužem vremenskom periodu. Ocjenjivanje kvalitete zraka na ovaj način prvi je put primijenjeno u izvještaju o kvaliteti zraka u Splitu za vrijeme Mediteranskih igara 1979., a korišteno je i ovom prilikom.

U mjerenjima 1980. sudjelovali su sljedeći suradnici OOUR Fizička kemija Instituta »Ruđer

Bošković: Z. Božičević, V. Butković, T. Cvitaš, L. Klasinc, B. Kovač, M. Orhanović, B. Ruščić, A. Sabljčić i D. Srzić.

Izbor i opis mjernih mjesta

Za mjerenje zagađenja zraka u području Kvarnerskog zaljeva odabrane su četiri lokacije (Rijeka, Bakar, Omišalj i Punat). Postojeći, a posebno planirani industrijski kompleksi u Rijeci, Bakru i Omišlju već danas, a naročito u budućnosti mogu izazvati lokalno zagađivanje zraka. Nasuprot njima odabran je Punat za koji se može pretpostaviti da je danas, a vjerojatno i u budućnosti dobra referentna lokacija (Slika 1).



Slika 1. Izbor mjernih mjesta u području Kvarnerskog zaljeva

Figure 1. Selection of measuring spots in the region of the Gulf of Kvarner.

Sumporni dioksid

Direktno očitavanje koncentracije sumpornog dioksida u stalno obnavljanom protočnom uzorku okolnog zraka omogućila je upotreba monitora Bendix 8302 s izdvajačem za sumporovodik. Analizator ovog instrumenta djeluje na načelu fotometrijske detekcije luminiscencije, koja prati izgaranje sumpornih spojeva uz prisustvo vodika. Instrument je baždaren strujom poznatog volumnog udjela sumpornog dioksida iz kalibriranih permeacijskih cjevčica na konstantnoj temperaturi i čistog zraka dobivenog iz odgovarajućeg generatora. Rezultati mjerenja dani su u tabeli 2.

Tabela 2. Satne vrijednosti volumnih udjela sumpornog dioksida (u dijelovima na milijardu, ppb) na mjernim mjestima Bakar, Omišalj, Punat i Rijeka od 17-25. 9. 1980.

Table 2. Hourly values of the volumetric portions of sulphur dioxide (in ppb) on the measuring spots Bakar, Omišalj, Punat and Rijeka from 17 till 25 Sept. 1980.

| Mjesto | Datum | od—do sati | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------|------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Bakar | 17. 9. 1980. | | | | | | 145 | 135 | 140 | 155 | 165 | 170 | 140 | 130 | 125 | 110 | 95 | 85 | 70 | | | | | | | |
| Omišalj | 18. 9. 1980. | | | 75 | 75 | 70 | 65 | 60 | 70 | 95 | 115 | 140 | 145 | 160 | 155 | 145 | 130 | 115 | 95 | | | | | | | |
| Punat | 20. 9. 1980. | | 20 | 20 | 20 | 15 | 20 | 15 | 20 | 25 | 40 | 55 | 90 | 135 | 140 | 120 | 95 | 70 | 55 | 45 | 30 | 25 | 20 | 15 | 15 | |
| | 21. 9. 1980. | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 15 | 30 | 45 | 60 | 70 | 65 | 65 | 55 | 45 | 40 | | | | | |
| Rijeka | 22. 9. 1980. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 90 | 70 | 50 | 20 | 40 | 40 | |
| | 23. 9. 1980. | 40 | 40 | 50 | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 20 | 20 | 30 | 50 | 50 | 150 | 130 | 170 | 220 | — | — | — | 10 | 10 | 0 | 0 | |
| | 24. 9. 1980. | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 60 | 50 | 30 | 40 | 30 | 20 | 10 | — | — | 0 | 0 | 0 | |
| | 25. 9. 1980. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

U odnosu na rezultate mjerenja zagađenja zraka za sumporni dioksid provedenih 1978.⁸ i 1979.⁹, stanje se u Kvarnerskom području znatno pogoršalo. Po prvi puta Bakar i Omišalj su se našli na listi »nečist«, a Rijeka i Punat na listi »dobar«. Mjerenja su ponovo potvrdila permanentnu ugroženost Bakra visokim koncentracijama sumpornog dioksida. Da li koksara u Bakru ugrožava i šire geografsko područje, ili je pogoršanje situacije u Kvarnerskom zaljevu posljedica opće industrijalizacije, ovim mjerenjima nije moglo biti ustanovljeno. Izmjerene koncentracije sumpornog dioksida u Bakru i Omišlju znatno premašuju čak i našu kratkoročnu vrijednost od 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (oko 60 ppb). Naša dugoročna vrijednost je 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (oko 25 ppb), a američka granica kvalitete zraka za godišnji prosjek iznosi 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (oko 30 ppb). Za ostale lokacije visoka se koncentracija opaža samo povremeno vjerojatno uslijed transporta. Stoga bi bilo vrlo interesantno u 1981. izvršiti nešto dulje mjerenje sumpornog dioksida u Bakru.

Dušikovi oksidi

Fotometrijska detekcija kemiluminiscencije iz reakcije dušikovitog monoksida s ozonom u plinskoj fazi primjenjuje se za određivanje koncentracije dušikovitih oksida pomoću analizatora Bendix 8101-C. Izvedbom instrumenta, koja uključuje dijeljenje ulaznog toka zraka, omogućen je direktan odvod dijela uzorka u reakcijsku komoru i određivanje koncentracije prisutnog dušikovitog monoksida, odnosno određivanje ukupnih dušikovitih oksida u drugom dijelu uzorka nakon katalitičke redukcije dušikovitog dioksida u duši-

kov monoksid. Koncentracija dušikovitog dioksida određuje se elektroničkom diferencijacijom koncentracija ukupnih dušikovitih oksida i dušikovitog monoksida. Instrument je baždaren kao i monitor za određivanje sumpornog dioksida strujom poznatog volumnog udjela dušikovitog dioksida u čistom zraku (permeacijski sistem i generator čistog zraka).

S obzirom da je Bakar prilikom određivanja dušikovitog dioksida 1979. godine dobio ocjenu »dobar«, radi povećanja sigurnosti mjerenja paralelno s radom monitora ovo je zagađivalo određivano i Salzmannovim mokrim postupkom^{12,13} u svim mjernim lokacijama. Nađene koncentracije (Tabela 3) podudaraju se s fotometrijskim vrijed-

Tabela 3. Masene koncentracije dušikovitog dioksida (u dijelovima na milijardu, ppb) na mjernim mjestima Bakar, Omišalj, Punat i Rijeka od 17-22. 9. 1980.

Table 3. Mass concentrations of nitric dioxide (in ppb) on the measuring spots Bakar, Omišalj, Punat and Rijeka from 17 till 22 Sept. 1980.

| Mjesto | Datum | Vrijeme uzimanja uzorka | Dušikov dioksid |
|---------|--------------|-------------------------|-----------------|
| Bakar | 17. 9. 1980. | 24 sata | 2 |
| Omišalj | 18. 9. 1980. | 24 sata | 3 |
| Punat | 20. 9. 1980. | 24 sata | 6 |
| Rijeka | 22. 9. 1980. | 24 sata | 16 |

nostima (Tabela 4) i sve su ispod granica Svjetske zdravstvene organizacije¹⁴ i našeg prijedloga¹¹ od 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (oko 80 ppb) uz kvalitativnu ocjenu »vrlo dobar« za sve lokacije.

Tabela 4. Satne vrijednosti volumnih udjela dušikovog dioksida (ukupnih dušikovih oksida, sve u dijelovima na milijardu, ppb) na mjernim mjestima Omišalj, Punat i Rijeka od 18-25. 9. 1980.
Table 4. Hourly values of the volumetric portions of nitric dioxide (total nitric oxides, all in ppb) on the measuring spots Omišalj, Punat and Rijeka from 18 till 25 Sept. 1980.

| Mjesto | od—do sati | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------|-----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | Datum | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Omišalj | 18. 9. 1980. | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | (0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Punat | 20. 9. 1980. | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 5 | 5 | 0 | |
| | | (0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 5 | 5 | 0 | |
| | 21. 9. 1980. | | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 5 | 10 | — | — | 5 | 5 | |
| | | (0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 5 | 10 | — | — | 5 | 5 | |
| Rijeka | 22. 9. 1980. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | 25 | 20 | 10 | 15 | 10 | |
| | | (| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 35 | 25 | 25 | 10 | 20 | 15 |
| | 23. 9. 1980. | | 10 | 5 | 5 | 10 | 10 | 30 | 30 | 25 | 25 | 20 | 15 | 20 | 25 | 25 | 15 | 20 | 15 | — | — | — | 15 | 20 | 10 | 5 | |
| | | (10 | 5 | 5 | 15 | 15 | 50 | 60 | 35 | 35 | 30 | 20 | 20 | 25 | 25 | 15 | 20 | 15 | — | — | — | 20 | 25 | 10 | 5 | | |
| | 24. 9. 1980. | | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 | 20 | 45 | 50 | 30 | 25 | 15 | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | — | — | 15 | 15 | 10 | |
| | | (5 | 5 | 0 | 0 | 5 | 25 | 70 | 60 | 40 | 25 | 15 | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | — | — | 20 | 20 | 10 | |
| | 25. 9. 1980. | | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 20 | 25 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | (5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 25 | 30 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 5. Satne vrijednosti volumnih udjela nemetanskih ugljikovodika (u dijelovima na milijardu, ppb) na mjernim mjestima Bakar, Omišalj i Punat od 17-21. 9. 1980.
Table 5. Hourly values of the volumetric portions of non-methane hydrocarbons (in ppb) on the measuring spots Bakar, Omišalj and Punat from 17 till 21 Sept. 1980.

| Mjesto | od—do sati | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------|--------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| | Datum | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Bakar | 17. 9. 1980. | | | | | | | 600 | 600 | 600 | 600 | 650 | 900 | 800 | 800 | 750 | 750 | 700 | 800 | 1000 | | | | | | | |
| Omišalj | | 18. 9. 1980. | | | | 450 | 600 | 500 | 500 | 550 | 500 | 500 | 600 | 650 | 500 | 450 | 450 | 500 | 500 | 500 | 500 | | | | | | |
| Punat | 20. 9. 1980. | | | | 700 | 650 | 700 | 700 | 700 | 750 | 700 | 650 | 700 | 600 | 700 | 700 | 650 | 650 | 600 | 600 | 600 | 600 | 700 | 600 | 550 | 650 | |
| | | 21. 9. 1980. | | 700 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 500 | 550 | 550 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 550 | 700 | | | | |

Nemetanski ugljikovodici

Za određivanje koncentracije nemetanskih ugljikovodika (ukupni ugljikovodici osim metana) u okolnom zraku korišten je analizator Bendix 8201 s plameno ionizacijskim detektorom. Naizmjeničnim vođenjem uzorka zraka direktno u detektorsku komoru, odnosno preko kromatografske kolone koja zadržava sve ugljikovodike osim metana, određuje se koncentracija ukupnih ugljikovodika, odnosno metana, a elektroničkom diferencijacijom njihovih koncentracija, koncentracija nemetanskih ugljikovodika. Struja poznatih volumnih udjela metana i nekog drugog

ugljikovodika (najčešće je to propan) u čistom zraku (permeacijski sistem i generator čistog zraka) koristi se za baždarenje ovog instrumenta.

Izmjerene vrijednosti (Tabela 5) znatno premašuju američku granicu kvalitete zraka za trosatni jutarnji maksimum od 160 µg/m³ (oko 240 ppb, izraženo kao metan)³.

Kako su nemetanski ugljikovodici praćeni u ovim mjerenjima po prvi put, nije moguća usporedba sa situacijom iz prethodnih godina. Međutim, razmjerno visoke vrijednosti na svim mjernim mjestima upućuju da se najvjerojatnije radi o prirodnom etilenu, koji se oslobađa u procesima sazrijevanja voća i otpadanja lišća^{15,16}. Da li ti

Tabela 6. Masene koncentracije policikličkih aromatskih ugljikovodika (u ng/m³) na mjernim mjestima Bakar, Omišalj, Punat i Rijeka od 17-22. 9. 1980.

Table 6. Mass concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (in ng/m³) on the measuring spots Bakar, Omišalj, Punat and Rijeka from 17 till 22 Sept. 1980.

| Mjesto | Datum | Karcinogeni | | | | Nekarcinogeni | |
|---------|--------------|---------------|--------------------|------------------------|------------------|--------------------|------------|
| | | Benz(a) piren | Benz(b) fluoranten | Inden(1,2,3-c,d) piren | Benz(a) antracen | Benz(k) fluoranten | Fluoranten |
| Bakar | 17. 9. 1980. | 2 | 1 | 5,3 | 3,2 | 0,8 | 7 |
| Omišalj | 18. 9. 1980. | 1 | 0,3 | 3,1 | 0,9 | 0,7 | 2,4 |
| Punat | 20. 9. 1980. | 0,7 | 0,6 | 3,1 | 0,7 | 0,5 | 1,3 |
| Rijeka | 22. 9. 1980. | 1 | 0,6 | 3,5 | 1,1 | 0,9 | 1,6 |

nemetanski ugljikovodici stvarno odgovaraju isključivo prirodnom etilenu ili dijelom i nekom industrijskom zagađenju, trebalo bi odrediti budućim mjerjenjima izvedenim u neko drugo godišnje doba.

Policiklički aromatski ugljikovodici

Policiklički aromatski ugljikovodici, prikupljeni usisavanjem zraka (uređaj za usisavanje EM 100 Sartorius, filter papir No. 8, Schleicher & Schüll), ekstarhirani benzenom i odvojeni dvodimenzionalnom tankoslojnom kromatografijom, identificirani su i kvantitativno određeni metodom selektivne fluorescencije¹⁷ (spektrofluorimetar Farrand Mark I).

U usporedbi s mjerjenjima 1978.⁶ i 1979⁹, godine izmjerene vrijednosti masenih koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika (Tabela 6) ne pokazuju bitna odstupanja. Porast koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika izmjenjenih u Bakru nije alarmantan, iako ukazuje na potencijalnu opasnost daljnjeg zagađenja ovog područja prilikom dovršenja i puštanja u rad svih planiranih industrijskih postrojenja. Procjena utjecaja planirane industrije i stalno praćenje promjena koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika u zraku važno je zbog njihove karcinogenosti^{18,9}.

Olovo

Olovo je određeno metodom atomske apsorpcije u istim uzorcima korištenim za analizu policikličkih aromatskih ugljikovodika. Izmjerene masene koncentracije olova u tabeli 7 relativno su niske i ne razlikuju se bitno od mjerenja 1979. godine. Izraziti pad koncentracije olova u zraku na području grada Rijeke i ove je godine potvrđen u odnosu na mjerenja 1978. Nova rješenja gradskih prometnica uz olakšano odvijanje prometa na tom području sigurno su pridonijela ovom

Tabela 7. Masene koncentracije olova (u µg/m³) na mjernim mjestima Bakar, Omišalj, Punat i Rijeka od 17-22. 9. 1980.

Table 7. Mass concentrations of lead (in µg/m³) on the measuring spots Bakar, Omišalj, Punat and Rijeka from 17 till 22 Sept. 1980.

| Mjesto | Datum | Olovo |
|---------|--------------|-------|
| Bakar | 17. 9. 1980. | 0,65 |
| Omišalj | 18. 9. 1980. | 0,44 |
| Punat | 20. 9. 1980. | 0,54 |
| Rijeka | 22. 9. 1980. | 0,51 |

vidnom poboljšanju kvalitete zraka, budući da je sagorijevanje benzina u automobilskim motorima glavni izvor olova u zraku.

Iz ovog kao i iz prošlogodišnjih¹⁸ »trenutnih« snimaka vidljivo je da se situacija u Kvarnerskom zaljevu polako, ali konstantno pogoršava, iako se još uvijek nalazi na nivou »nultog« stanja, s obzirom da je broj industrijskih kapaciteta trenutno u pogonu bitno manji od planiranih. Bakar postaje sve izraženija »crna točka« i pokazuje da treba najhitnije provesti sistematsko i potpuno snimanje situacije u ovoj regiji kao i poduzimanje odgovarajućih mjera zaštite okoliša.

ZAHVALA

Zeljeli bismo istaknuti spremnost naših građana da pomognu pri rješavanju niza problema koji su vezani uz terenska mjerenja, te im ovim putem zahvaljujemo.

Mjerenja su bila moguća zahvaljujući sredstvima SIZ-a II za znanost SRH. Oprema za mjerenje ozona i policikličkih aromata u zraku poklon su vlade SR Njemačke u okviru Sporazuma o bilateralnoj i znanstvenoj suradnji sa SFRJ. Također se zahvaljujemo radnoj organizaciji Ina — Rafinerija Rijeka za ukazanu tehničku pomoć.

LITERATURA

1. T. Cvitaš, H. Güsten: »Kemija zagađenosti atmosfere« Kem. Ind. (Zagreb) 26 (1977) 245.
2. T. Cvitaš, L. Klasinc: »Mjerenje zagađenosti atmosfere« Zbornik radova JUREMA 23, 3 (1978) 130.
3. USA National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards, Environmental Protection Agency, Federal Register, Vol. 36, No. 84, April 30, 1971, p. 8187.
4. Z. Ježić: »Stanje okoliša na pokusnoj plohi DO-KI-a« Kem. Ind. (Zagreb) 28 (1979) 123.
5. Izvještaj o radu na zadatku: »Kontinuirana mjerenja ozona na jednoj stanici na području Omišlja u okviru praćenja kvalitete zraka na području djelovanja naftnog terminala i petrokemije na otoku Krku«, Institut »Ruđer Bošković«, OOUR Fizička kemija, Laboratorij za kemijsku kinetiku. Zagreb 1977.
6. L. Klasinc, Z. Božičević, T. Cvitaš: »Ozone in the Lower Atmosphere at Omišalj«, V International Symposium »Chemistry of the Mediterranean« Rovinj 8-12. 5. 1978.
7. P. A. Leighton: »Photochemistry of Air Pollution« Academic Press, New York, 1961.
8. T. Cvitaš, L. Klasinc: »Trenutni snimak zagađenja zraka u Kvarnerskom zaljevu« Zaštita atmosfere 15 (1979) 13.
9. I. Novak, A. Sabljčić: »Trenutni snimak zagađenja zraka u Kvarnerskom zaljevu 1979.« Kem. Ind. (Zagreb) 30 (1981) 5.
10. OOUR Fizička kemija, Institut »Ruđer Bošković«, Zagreb i Tehnološki fakultet, Sveučilišta u Splitu, Bilten MIS-a, Split 16-28. 9. 1979.
11. Vidi Savjet za čovjekovu sredinu i prostorno uređenje SIV-a, Komisija za čistoću vazduha: »Prijedlog graničnih koncentracija štetnih materija u vazduhu«, Zaštita atmosfere 12 (1978) 45, kao i Dopune i izmjene tom prijedlogu.
12. B. E. Saltzman: »Colorimetric Microdetermination of Nitrogen Dioxide in the Atmosphere« Anal. Chem. 26 (1954) 1949.
13. WHO »Selected Methods of Measuring Air Pollutants«, WHO Offset Publication No. 24 Geneva, 1976, p. 73.
14. WHO Techn. Rep. Ser. No. 506 Geneva, 1972.
15. F. B. Abeles: »Ethylene in Plant Biology« Academic Press, New York, 1973.
16. T. Boller, H. Kende: »Regulation of Wound Ethylene Synthesis in Plants« Nature 286 (1980) 259.
17. D. H. Pack: »Global Atmospheric Monitoring — A Status Report« u »Air Pollution Measurement Techniques« Part II, Special Environmental Report No. 10, World Meteorological Organization 1977, p. 1.
18. J. D. Butler: »Air Pollution, Smoking and Lung Cancer« Chem. Brit. 11 (1975) 358.
19. B. W. Carnow, P. Meier: »Air Pollution and Pulmonary Cancer« Arch. Environ. Health 27 (1973) 207.

ABSTRACT

AN AIR-POLLUTION »SNAP-SHOT« AT KVARNER BAY IN 1980.

Branko Ruščić and Dunja Srzić

The results of measurements of several pollutants (sulfur dioxide, nitrogen oxides, reactive hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons and lead) in the lower atmosphere of Kvarner Bay area during 16-25. 9. 1980. period, are reported, discussed and compared to those of the years 1978. and 1979. The concentrations of pollutants were measured at four locations: Rijeka, Bakar, Omišalj and Punat.

The results obtained show that the Kvarner Bay area is considerably polluted, especially in Bakar, and that air quality regulations and control are urgently needed.

РЕЗЮМЕ

»СИТУАТИВНЫЙ СНИМОК« ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В КВАРНЕРСКОМ ЗАЛИВЕ В 1980 ГОДУ

Бранко Рушчић, Дуня Срзич

В статье приведены и рассмотрены результаты изменения содержания ряда источников загрязнения (диоксид серы, азотные окислы, углеводороды, не содержащие метана, полициклические ароматические углеводороды и свинец) в нижних слоях атмосферы в районе Кварнерского залива, выполненные в период с 16 по 25 сентября 1980 года. Полученные результаты были сопоставлены с соответствующими результатами, полученными в 1978 и 1979 годах. Измерения выполнялись на четырех местах: Риека, Омишаль, Bakar и Punat. Результаты измерений показали, что воздух в районе Кварнерского залива значительно загрязнен и что необходимо предпринять срочные меры по контролю и сохранению качества воздуха.

Primljeno 20. 7. 1981.

577.471
614.31

Ekoloģija atmosfere
Zaštita atmosfere

Bibliographic Information

"Snap-shot" of air pollution at Kvarner Bay in 1980. Ruscic, Branko; Srzic, Dunja. OOUR Fiz. Kem., Inst. "Ruder Boskovic", Zagreb, Yugoslavia. Nafta (Zagreb) (1981), 32(12), 641-6. CODEN: NAFYA4 ISSN: 0027-755X. Journal written in SerboCroatian. CAN 97:27880 AN 1982:427880 CAPLUS

Abstract

SO₂ 0-170, NO₂ 0-35, and nonmethane hydrocarbons 450-750 ppb; benzo[a]pyrene [50-32-8] 0.7-2, benzo[b]fluoranthene [205-99-2] 0.3-1, indeno[1,2,3-c,d]pyrene [193-39-5] 3.1-5.3, benzo[a]anthracene [56-55-3] 0.7-3.2, benzo[k]fluoranthene [207-08-9] 0.5-0.9, and fluoranthene [206-44-0] 1.3-7 ng/m³; and 0.44-0.65 mg Pb/m³ were found in the lower atm. of 4 cities with large petroleum refining industries in the Kvarner Bay area of Yugoslavia in 1980. Bakar was the most heavily polluted city.