

ORGANSKA POLUCIJA MORA OKO NEKIH VEĆIH NASELJA NA JUGOSLAVENSKOJ OBALI JADRANA

DIE ORGANISCHE POLLUTION DES MEERES IN BEREICH EINIGER
GRÖßERER SIEDLUNGEN AN DER JUGOSLAWISCHEN ADRIAKÜSTE

Zlatko Pavletić

Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Na 18 postaja oko većih naselja na istočnoj obali Jadrana, ispitivano je onečišćenje mora organskim tvarima na osnovu bakterioloških i hidrokemijskih analiza u dva navrata, nakon zimskog i nakon ljetnog perioda. Od bakterioloških parametara određivana je količina heterotrofnih i koliformnih bakterija, a hidrokemijski se analizirala količina mineralnih ulja i fenola. Utvrđeno je da su naselja jaki izvori organskog zagađenja mora zbog nereguliranih sistema ispuštanja otpadnih voda iz kanalizacije i domaćinstava. Osim toga more se onečišćuje organskim tvarima i zbog jače prometne i turističke frekvencije u ljetno doba. U pravilu se oko ispitanih naselja nakon ljetnog perioda u znatnoj mjeri povećava organska polucija. Također je utvrđeno da na stupanj organskog onečišćenja mora utječe i geografski smještaj naselja. U pravilu naselja koja su pod utjecajem otvorenog mora ili riječnih voda u estuarijskim područjima, pokazuje slabije organsko onečišćenje mora u svojoj okolini od ostalih naselja koja nisu pod takovim utjecajima.

An 18 Stellen in der Nähe von grösseren Siedlungen an der östlichen Adriaküste wurde, jeweils nach Ablauf der Sommer-bzw. Winterperiode, die Verunreinigung des Meeres mit organischen Substanzen durch bakteriologische und hydrochemische Analysen untersucht. Von den bakteriologischen Parametern wurde die Anzahl von heterotrophen und koliformen Bakterien bestimmt, und von den hydrochemischen analysierte man den Gehalt des Meerwassers an Mineralölen und an Phenol. Es wurde festgestellt, dass die Siedlungen eine starke Quelle der organischen Verunreinigung des Meeres darstellen, insbesondere aufgrund des schlecht regulierten Ablassen der Abwässer aus der Kanalisation und den Haushalten. Ausserdem trägt auch der verstärkte Verkehr zu Wasser und zu Lande in der sommerlichen Jahreszeit merklich zu der organischen Verunreinigung bei, so dass in der Regel ein starker Anstieg der organischen Pollution nach Ablauf des Sommers verzeichnet werden kann. Ebenso ist bei der Verunreinigung die

geographische Lage der einzelnen Siedlungen von Bedeutung, so dass jene Orte, die am offenen Meer oder an Flusmündungen in estuarische Gebieten liegen, eine wesentlich schwächere Verunreinigung des Meerwassers in ihrer Umgebung verzeihen, als andere Ortschaften, die nicht durch eine solche Lage ausgezeichnet sind.

UVOD

Opće je poznato da su velika naselja i luke najveći izvori onečišćenja mora. Tako je i na našoj obali, gdje postoji čitav niz naselja koja svojim kanalizacijskim, industrijskim i drugim otpadnim vodama u znatnoj mjeri onečišćuju morsku vodu u svojim područjima. Od posebnog je značaja onečišćenje organskim tvarima koje najčešće zalaze u more nesuvremenim kanalizacijskim sistemima sa više odvoda i u najčešće se slučajeva ne skupljaju u jedan zajednički kolektor u kojem bi se otpadne vode odgovarajućim mehaničkim i biološkim postupcima najprije do stanovite mjere pročistile ili pak ubacivale direktno u veće dubine mora relativno dugačkim podmorskim kanalima i tamo rasprskavale, kao što se već na nekoliko mjesta uspješno ostvaruje (Slovensko primorje kod Pirana, Makarsko primorje) ili pripremaju takove sisteme (Split, Rijeka, Šibenik i dr.). Obavezno podizanje sistema za pročišćavanje otpadnih voda oko velikih naselja i industrija, koje predviđa poseban zakon još tokom ove godine, vjerojatno će pospješiti njihovo podizanje.

Za sada je ipak morska voda oko većih naselja na našoj jadranskoj obali u znatnoj mjeri onečišćena organskim tvarima, iako ne svuda istim intenzitetom, o čemu još postoje pouzdani komparativni podaci. To nas je ponukalo da posljednjih desetak godina, pored ostalog, posvetimo bakteriološkim istraživanjima onečišćenog mora (Pavletić i Stilinović 1969, Pavletić 1972, 1979, Pavletić et al. 1972a, 1972b, 1974a, 1974b i 1976) i da pokušamo dati jednu takovu komparativnu analizu, koja će nastojati pokazati u kojoj je mjeri more onečišćeno organskim tvarima. U tu svrhu smo nekoliko godina (1972—1974) posjetili u dva navrata, jednom nakon zimskog perioda i drugi puta nakon ljeta, morska područja u neposrednoj blizini najvećih naselja na našoj obali, kao što su Koper, Rovinj, Pula, Rijeka, Senj, Zadar, Šibenik, Split, Makarska, Kardeljevo, Gruž, Dubrovnik, Kotor i Bar. To smo učinili jer smo smatrali, da će nam analize nakon zime i ljeta najbolje i najbrže ukazati onečišćenja organskim tvarima, što je dinamičan i varijabilan proces, a nismo bili u mogućnosti da organiziramo češća mjerenja kroz jednu ili više godina. Trebalo je također iskoristiti razdoblje kada u nijednom naselju nisu još podignuti zaštitni odvodni sistemi ili postrojenja za pročišćavanje, pa je bilo moguće usporediti sva naselja koja su imala tada u pravilu istu ili sličnu situaciju u pogledu izbacivanja kanalizacijskih otpadnih voda u more. Danas bi to bilo gotovo nemoguće, jer se stanje u sve većem broju naselja znatno promijenilo ili se mijenja.

U tu svrhu smo morsku vodu bakteriološki analizirali, određivanjem broja heterotrofnih bakterija i koliforma, koji najbolje kvantitativno odražuju organsko onečišćenje morske vode. Da bi se u stanovitoj mjeri dobili i kvantitativni podaci organskog onečišćenja morske vode u ispitivanim područjima, mjerili smo količinu mineralnih ulja (nafte) i fenola, kao najčešće i najtrajnije organske polutante u našem moru, naročito u blizini velikih naselja i luka.

Sve dobivene podatke smo grafički prikazali i uporedili, te na taj način analizirali stanje za svaki mjereni parametar.

Ova istraživanja je organizirao raniji Institut za botaniku Sveučilišta u Zagrebu u suradnji sa Institutom za oceanografiju i ribarstvo u Splitu.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA I METODIKA RADA

Kao što smo uvodno napomenuli, ispitivali smo morsku vodu oko većih naselja duž čitavog našeg primorja od Slovenije do Crne Gore. Uzorke smo uzimali jednom nakon zimskog perioda (PI: ožujak-travanj) i drugi puta nakon ljeta (PE: rujan-listopad) u toku 1973. i 1974. godine, na slijedećim 18 postajama:

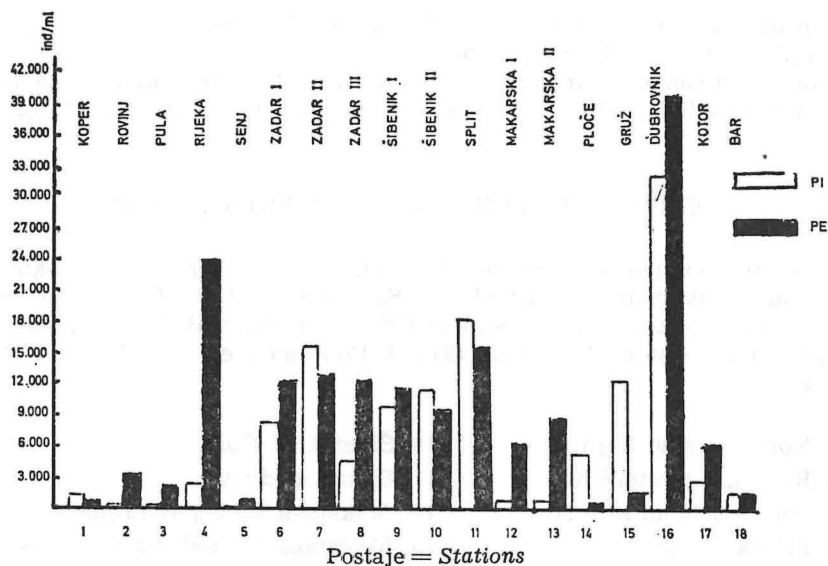
- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Koper, u gradskoj luci | 10. Šibenik II, Gorica |
| 2. Rovinj, u teretnoj luci | 11. Split, ispod rive |
| 3. Pula, u ličkom zaljevu | 12. Makarska I, uz glavnu plažu |
| 4. Rijeka, u luci | 13. Makarska II, kod glavnog pristaništa |
| 5. Senj, u luci | 14. Kardeljevo, u luci |
| 6. Zadar I, u luci kod mosta | 15. Gruž, u luci |
| 7. Zadar II, hotel »Zagreb« | 16. Dubrovnik, u staroj luci |
| 8. Zadar III, hotel »Beograd« | 17. Kotor, u luci |
| 9. Šibenik I, u luci | 18. Bar, u luci |

U svakoj od ovih postaja uzimali smo uzorke morske vode sa obale ili sa istraživačkog broda na dubini od c. 0,5 m. Na unaprijed pripremljenim hranjivim podlogama za uzgoj heterotrofnih i koliformnih bakterija dodavali smo morsku vodu iz uzoraka u određenim količinama. Nakon inkubacije od c. 24 sata postojećim vanjskim temperaturama (20—30°C), određivali smo za heterotrofne bakterije broj individua na 1 ml uzorka, a za koliformne NBK (najvjerojatniji broj koliforma), kao broj individua na 1 litru. U svrhu hidrokemijske analize mineralnih ulja i fenola uzorke smo fiksirali predhodno zelenom galicom za laboratorijsku analizu u Zagrebu. Mineralna ulja smo mjerili IR metodom, a fenole po jugoslavenskim standardima.

Za uzimanje uzoraka sa obale upotrebljen je, u pravilu, istraživački automobil (kombi) a za veće dubine brod »Bios« Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu.

REZULTATI I DISKUSIJA

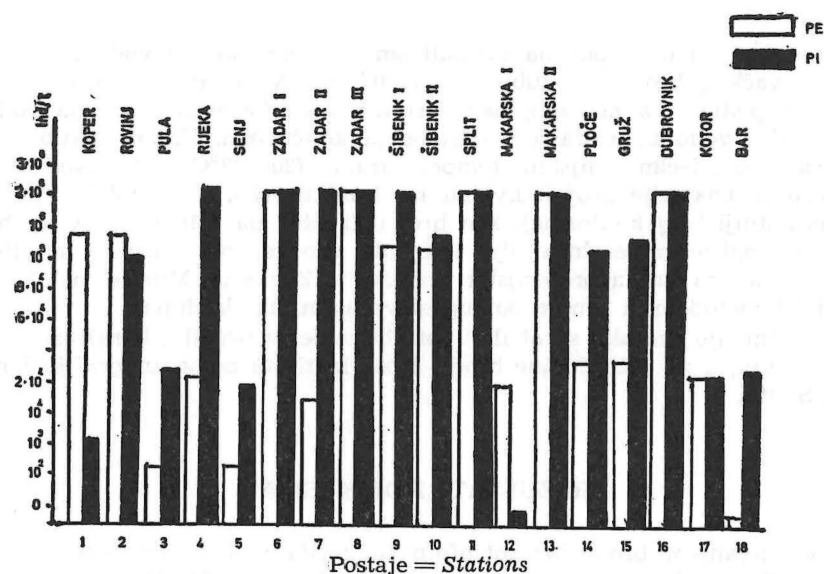
Upoređivanjem broja heterotrofnih bakterija u 1 ml morske vode oko nekih većih morskih naselja u našem dijelu Jadrana (Sl. 1) moglo se uočiti uglavnom tri tipa naselja. Jedna su sa jako izraženom bakteriološkom kontaminacijom (24.000 do 42.000 ind/ml), koja se naročito pojačava nakon ljetnog perioda (1.000 do 2.000 ind/ml više). Zanimljivo je da su to naša dva grada sa najjačom frekvencijom turista u ljetno doba, kao što su Rijeka i Dubrov-



PI = Postinvernal (nakon zime)
 PE = Postestival (nakon ljeta)

Sl. 1. Heterotrofne bakterije u 1 ml morske vode oko nekih većih naselja Jadrana.

Number of heterotrophic bacteria in 1 ml of seawater around some larger habitats of Yugoslav Adriatic.



PI = Postinvernal (nakon zime)
 PE = Postestival (nakon ljeta)

Sl. 2. NBK u 1 litru morske vode oko nekih većih jadranskih naselja.

The most probable number of coliforms in 1 l of seawater around some larger habitats in Yugoslav Adriatic.

nik. S druge pak strane naselja kao što su Split i Zadar pokazuje nešto povišenu kontaminaciju nakon zime, što je vjerojatno u vezi sa velikim gradskim aglomeracijama koje ubacuju velike količine kanalizacijskih voda direktno u more i u zimsko doba, što ne dolazi toliko do izražaja oko prije spomenutih naselja. Slično se donekle može zapaziti i oko drugih nekih naselja, kao što su Gruž, Šibenik i Ploče.

Treći je tip naselja sa nešto slabijom bakteriološkom kontaminacijom, koja je u pravilu nešto jače istaknuta nakon ljetnog perioda. Takva su napr. Rovinj, Pula, Makarska, Kotor i Senj, koja su također u ljetno doba nešto jače turistički frekventirana. Treba spomenuti i naselja koja su direktno eksponirana otvorenom moru, kao što su ona na crnogorskom (Bar) i slovenačkom (Koper) primorju. Najmanje su bakteriološki kontaminirana i ne pokazuju neke izrazite razlike između perioda poslije ljeta (PE) i nakon zime (PI).

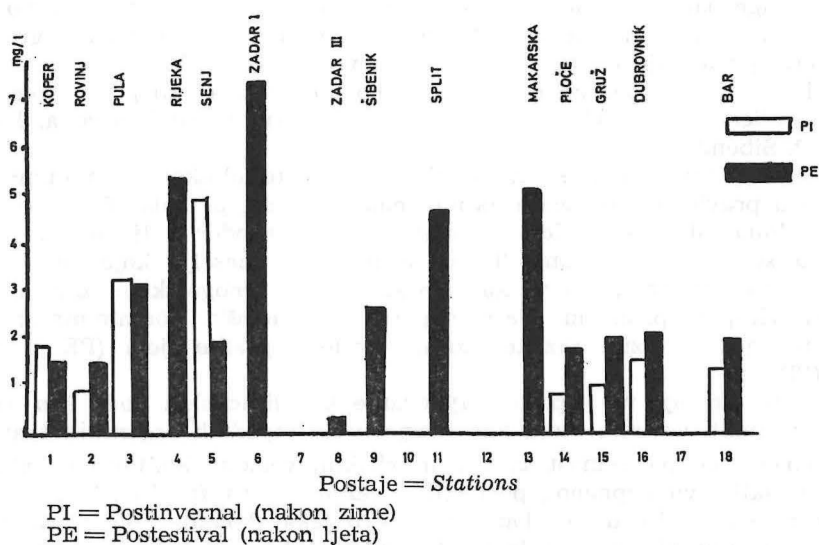
Sve to ukazuje na suprotno djelovanje kanalizacijskih voda kao zagađivača i morskih vodenih masa kao razrjeđivača otpadnih organskih tvari.

Mnogo veću povezanost sa kanalizacijskim vodama koliformne bakterije, koje su isključivo kopnenog porijekla i vezane su za fekalije, budući da su uglavnom stanovnici u debelom crijevu čovjeka (kolon). Zbog toga gotovo svuda pokazuju visoke vrijednosti (do 2.10^5 ind/1) i u pravilu nema većih razlika između perioda nakon zime (PI) i onog nakon ljeta (PE). Ipak se može zapaziti stanovita razlika između velikih naselja i gradova (Rijeka, Zadar, Šibenik, Split, Makarska, Dubrovnik i dr.), te manjih naselja (Koper, Senj, Kardeljevo, Kotor i Bar). U području utjecaja otvorenog mora u slovenskom i crnogorskom primorju ne dolazi toliko do izražaja, što je i razumljivo, ako se uzme u obzir da su koliformi usko vezani za kanalizacijske vode kao izvora onečišćenja. Ukoliko postoje razlike između količina izmjenjenih nakon zime i nakon ljeta, one nisu tako izražene, kao što se može vidjeti iz izmjenjenih podataka za Koper, Rovinj, Pulu, Senj i drugdje negdje.

Ovo nam pokazuje da oko nekih velikih naselja koja se nalaze uz zatvorene luke, koliformi se zadržavaju u znatnim količinama i da hipertonična sredina mora ne djeluje tako izrazito. To je vjerojatno zbog toga što je nadolazak kanalizacijskih voda u ove više-manje zatvorene prostore konstantan, pa se količina uginulih individua na neki način stalno kompenzira.

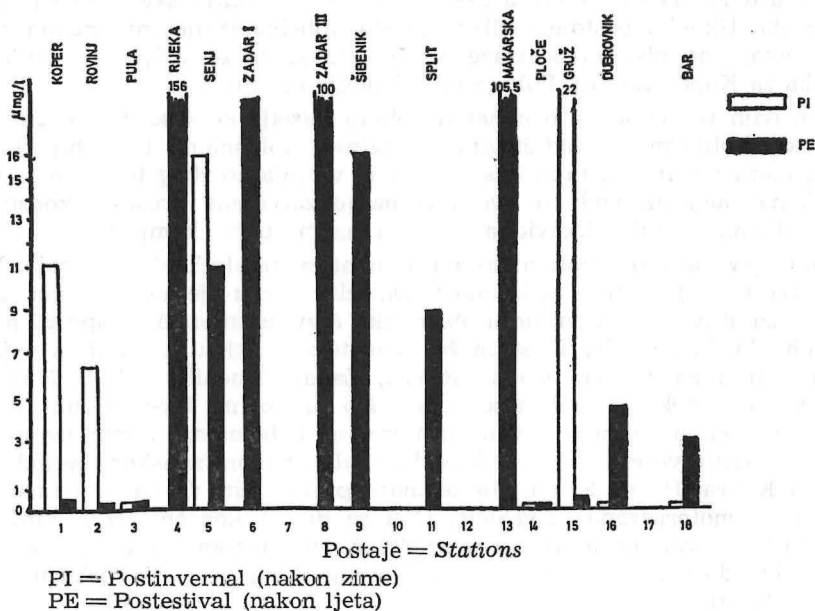
Zanimljivi su i rezultati mjerenja količine mineralnih ulja i fenola. Mineralna ulja (Sl. 3) se u pravilu mogu zapaziti nakon ljetnog perioda, što je sasvim razumljivo, ako se uzme u obzir jako razvijen morski i kopneni promet motornih plovila i vozila. To se može naročito zapaziti u područjima pojačane prometne frekvencije, kao što su Rijeka, Zadar, Šibenik, Split i Makarska. Slično je i oko nekih drugih naselja, kao što su Rovinj, Ploče, Gruž, Dubrovnik i Bar, jedino sa nešto nižim izmjenjenim količinama. Samo iznimno su izmjerene nešto veće količine mineralnih ulja nakon zimskog perioda, kao npr. oko Kopra, Pule i Senja, što se može protumačiti da su to i inače pretežno jako »motorizirana« područja. Čini se da na koncentraciju mineralnih uljea utječe i otvoreno more kao razrjeđivač, jer i u tom slučaju morska voda u području izloženih obala slovenskog i crnogorskog primorja pokazuje nešto niže vrijednosti.

Što se tiče fenola (Sl. 4), oko svih većih naselja su u pravilu izmjerene značajne količine (do c. $100 \mu\text{mg/l}$) ove nešto teže razgradljive organske tvari. Ove organske tvari kompleksnog karaktera vezane su gotovo za sve tipove



Sl. 3. Mineralna ulja u mg/l morske vode oko nekih većih jadranskih luka.

Mineral oils in mg/l around some larger adriatic harbours.



Sl. 4. Fenoli u µmg/l morske vode oko nekih većih jadranskih luka.

Phenols in µmg/l of seawaters around some larger adriatic harbours.

organskih otpadnih voda, koje su usko povezane za ljudska naselja i djelatnosti. Manje količine (c. 0,5 do 3 $\mu\text{mg/l}$) izmjerene su u području djelovanja većih vodenih masa, kao što je otvoreno more u području zapadne Istre (Koper, Rovinj, Pula) i crnogorskog primorja (Bar) ili velike količine vode rijeke Neretve (Kardeljevo).

ZAKLJUČAK

Na 18 postaja oko većih naselja na istočnoj obali Jadrana od slovenačkog do crnogorskog primorja, kao što su Koper, Rovinj, Pula, Rijeka, Senj, Zadar, Šibenik, Makarska, Kardeljevo, Gruž, Dubrovnik, Kotor i Bar, ispitivalo se onečišćenje mora organskim tvarima, nakon zimskog i ljetnog perioda 1973. i 1974. godine, na osnovu kvantitativne kontaminacije heterotrofnih (ind. na 1ml) i koliformnih (ind. na 1) bakterija, te mineralnih ulja i fenola, kao tipičnih organskih zagađivača mora.

Utvrđeno je da se u pogledu broja heterotrofnih bakterija mogu razlikovati tri tipa naselja. Jedno su naselja sa jakom bakteriološkom kontaminacijom (24.000 do 42.000 ind/ml), koja se zbog znatnije frekvencije turista znatno povećava u ljetno doba (za 10.000 do 20.000 ind/ml), kao što je to slučaj u primorskim gradovima sa najjačim turističkim prometom Rijekom i Dubrovnikom.

Drugi je tip naselja sa nešto slabijom kontaminacijom koja se povećava nakon zimskog perioda (za 1.000 do 3.000 ind/ml), što se tumači kao posljedica odbacivanja znatnih količina kanalizacijskih voda i u zimsko doba od strane relativno velikih gradskih aglomeracija neposredno vezanih za prijamnik mora. Takvo stanje dolazi posebno do izražaja u Splitu i Zadru, u kojima su zapravo luke direktni prijamnici kanalizacijskih otpadnih voda, a u stanovitoj mjeri slično je stanje i u Gružu, Šibeniku i Kardeljevu. Treći je tip naselja sa znatno slabijom bakteriološkom kontaminacijom (1.000 do 10.000 ind/ml) sa neznatnim povećanjem nakon ljetnog perioda (za 1.000 do 3.000 ind/ml) i možemo ga zapaziti u Rovinju, Puli, Makarskoj, Kotoru i Senju, gdje se također u stanovitoj mjeri ljeti pojačava kontaminacija.

Koliformne bakterije su gotovo svuda zastupljene sa višim vrijednostima u oba ispitivana perioda (do 2.5⁵ ind/1), što se tumači sa njihovom stalnom povezanosti za fekalije iz kanalizacijskih voda. Stanovite manje razlike postoje između većih naselja (Rijeka, Zadar, Šibenik, Split, Makarska, Dubrovnik) i nekih manjih (Koper, Senj, Kardeljevo, Kotor, Bar). Općenito su koliformi stalno prisutni u ispitivanim prijamnicima kanalizacijskih voda jadranskih naselja, što se tumači stalnim nadolaskom kanalizacijskih voda u ove u biti zatvorene prostore, pa se količina uginulih individua zbog hipertonične sredine mora, na neki način stalno kompenzira.

Zapaženo je također da naselja koja su direktno eksponirana otvorenom moru kao što su ona u slovenskom (Koper) i crnogorskom (Bar) primorju pokazuju najniže vrijednosti bakteriološke kontaminacije, bez ikakvih razlika nakon zimskog i ljetnog perioda. Na osnovu toga se zaključuje da postoji suprotna djelatnost kanalizacijskih voda kao zagađivača i morskih vodenih masa kao razrjeđivača otpadnih organskih tvari.

Kvantitativna mjerenja organskih polutanata odnosila su se na mineralna ulja i fenole. Količina mineralnih ulja se mjerila u mg/l i u pravilu se može

zapaziti nakon ljetnog perioda, vjerojatno zbog jake prometne frekvencije motornih vozila i plovila u vrijeme ljeta. Izmjerene količine su se tada kretale od 1 do 7 mg/l morske vode. To se naročito odnosi na područja pojačane prometne frekvencije, kao što su Rijeka, Zadar, Split i Makarska, ali slično je stanje i oko drugih nekih naselja, samo sa nešto nižim vrijednostima (2—3 mg/l). Veće količine mineralnih ulja nakon zimskog perioda iznimno su izmjerene kod Kopra, Pule i Senja. Najmanje količine (1—2 mg/l) mineralnih ulja izmjerene su oko naselja u slovenskom i crnogorskom primorju koja su direktno eksponirana otvorenom moru.

U gotovo svim naseljima izmjerene su značajne količine fenola (do preko 100 μ mg/l) koji su vezani za većinu organskih otpadnih voda iz naseljenih i industrijaliziranih mjesta. Znatno manje količine (c. 0,5—4 μ mg/l) izmjerene su u području djelovanja velikih vodenih masa, otvorenog mora (Koper, Rovinj, Bar) ili voda rijeke Neretve (Kardeljevo). Općenito se na osnovu izmjerenih bakterioloških i hidrokemijskih parametara može zaključiti da su sva naseljena mjesta jaki izvori organskog onečišćenja mora. S jedne strane su to još neregulirani sistemi otpuštanja otpadnih voda iz kanalizacije ili direktno iz domaćinstava u prijamnik mora koji je u najčešće slučajeva zatvorenog karaktera. Osim toga se može uočiti da turistička i prometna frekvencija na kopnu i na moru u znatnoj mjeri može utjecati na povećanje količine nekih specifičnih polutanata, kao što su mineralna ulja i fenoli.

Nadalje, stupanj organskog onečišćenja mora oko primorskih naselja ovisi i o njihovom geografskom smještaju. Znatno niža bakteriološka i hidrokemijska kontaminacija se mogla zapaziti oko naselja koja su izložena otvorenom moru, kao u slovenskom primorju, zapadnoj obali Istre i crnogorskom primorju ili koja su pod utjecajem riječnih voda u njihovom estuarijskom području, kao što je slučaj oko Kardeljeva u području ušća rijeke Neretve.

LITERATURA

- Pavletić, Z. i Stilinović, B., 1969: Preliminarna bakteriološka istraživanja u zaljevu Valdibora kod Rovinja. *Thalassia jugoslavica* 5, 251—255.
- Pavletić, Z., 1972: Što je pokazala ekstenzivna bakteriološka analiza onečišćenog mora u našem primorju. *Encyclopaedia moderna* 21, 83—89.
- Pavletić, Z., Stilinović, B. i Munjko, I., 1972: Une evaluation bactériologique des zones de mer très polluées en Adriatique moyenne yougoslave. *Journées Étud. Pollutions*, C. I. E. S. M., Athènes.
- Pavletić, Z., Stilinović, B., Crc, Z. i Munjko, I., 1972: Zimski i ljetni aspekt heterotrofnih bakterija i neke ekološke karakteristike onečišćenog mora u području Riječkog zaljeva. *Acta adriat.* 14 (5), 1—15.
- Pavletić, Z., Stilinović, B. i Munjko, I., 1974: Bakteriološka valorizacija onečišćenog mora u južnom Jadranu. *Ekologija* 9 (2), 157—165.
- Pavletić, Z., Munjko, I., Jardas, I., Matonićkin, I., 1974: Quelques observations sur la pollution verticale de la mer par les huiles et les phénols dans l'Adriatique centrale et meridionale faites à l'automne 1971/72. *II^{es} Journées Étud. Pollutions*. C.I.E.S.M., Monaco, 47—51.
- Pavletić, Z., Stilinović, B., Munjko, I., Šobot S., 1976: Usporedna bakteriološka valorizacija polucije i neki trajni polutanti morske vode u istočnoj obali Jadrana za period 1970—1973. *Acta adriat.* 17 (8), 3—24.
- Pavletić, Z., 1979: Onečišćenje mora u podbiokovskom primorju. Simpozij »Priroda biokovskog područja«, Makarska (u tisku).

DIE ORGANISCHE POLLUTION DES MEERES IN BEREICH EINIGER GRÖßERER SIEDLUNGEN AN DER JUGOSLAWISCHEN ADRIAKÜSTE

Zlatko Pavletić

*Botanisches Institut der mathematisch-naturwissenschaftlichen
Fakultät der Universität in Zagreb*

ZUSAMMENFASSUNG

An 18 Stellen im Bereich grösserer Ortschaften an der östlichen Adriaküste, von deren slowenischen Teil bis zum montenegrischen, wie z. B. in Koper, Rovinj, Pula, Rijeka, Senj, Zadar, Šibenik, Makarska, Kardeljevo, Gruž, Dubrovnik, Kotor und Bar, wurde die Verunreinigung des Meeres durch organische Substanzen nach Ablauf des Sommers bzw. Winters in Jahr 1973/74, aufgrund der Ermittlung der quantitativen Kontamination der heterotrophen (ind./l ml) und koliformen (ind./l l) Bakterien, sowie durch Bestimmung des Gehaltes an Mineralölen und Phenol als Parameter der typischen organischen Verunreiniger des Meeres, untersucht.

Es wurde festgestellt, dass hinsichtlich der Schwankungen der Anzahl der heterotrophen Bakterien drei Arten von Siedlungen unterschieden werden können. Zur ersten Gruppe gehören jene Siedlungen, mit einer starken bakteriologischen Kontamination (24.000—42.000 ind./ml), die einen starken Anstieg in der Sommerzeit zeigt (von 10.000 auf 20.000 ind./ml und mehr), was man mit einer grösseren Frequenz des Fremdenverkehrs zu dieser Zeit in Verbindung bringen kann, wie es z. B. in den Küstenorten, die zugleich die grössten Touristenzentren sind — Rijeka und Dubrovnik — der Fall ist. Den zweiten Typ bilden die Siedlungen mit etwas schwächere Kontamination, die nach Ablauf der Winterperiode ansteigt, was als Folge des Ablassens grösserer Mengen von Abwässern aus der Kanalisation seitens der grossen Siedlungssagglomerate in der winterlichen Jahreszeit gesehen werden kann. Diese Erscheinung kommt insbesondere in Split und Zadar zum Ausdruck, wo die eigentlich geschlossen liegenden Häfen die direkte Aufnahmestelle für die Kanalisationsabwässer bilden, und ähnliches ist auch in Gruž, Šibenik und Kardeljevo zu vermerken. Die dritte Art bilden die Siedlungen mit weithaus niedrigerer bakteriologischer Kontamination (1000—10.000 ind./ml), die einen kaum merklichen Anstieg nach Sommerperiode zeigt (von 1.000 bis 3.000 ind./ml), was man in Rovinj, Pula, Makarska, Kotor und Senj verfinden kann, wo obenfalls im Sommer ein etwas stärkerer Fremdenverkehr herrscht.

Koliforme Bakterien kommen fast überall in grösseren Mengen vor (bis 2×10^5 ind./l) und zwar in beiden untersuchten Jahresperioden, was durch ihren Zusammenhang mit den Fäkalien aus den Abwässern der Kanalisation erklärt werden kann. Hierbei bestehen doch einige kleinere Unterschiede zwischen grösseren Siedlungen (Rijeka, Zadar, Šibenik, Split, Makarska, Dubrovnik) und den kleineren Ortschaften (Koper, Senj, Kardeljevo, Kotor, Bar). Allgemein gesehen sind koliforme Bakterien in konstanter Menge in den Kanalisationswässern dieser Siedlungen enthalten, was durch den ständigen Zufluss der Abwässer in diese eigentlich geschlossenen Räume erklärt werden

kann, wobei die Anzahl der abgestorbenen Individuen ständig durch das hypertonische Milieu des Meeres kompensiert wird. Es wurde ebenfalls festgestellt, dass jene Siedlungen, die direkt am offenen Meer liegen, wie z. B. jene am slowenischen und montenegrischen Teil der Küste, die niedrigsten Werte der bakteriologischen Kontamination vorweisen, und zwar ohne Unterschied hinsichtlich der Sommer- bzw. Winterperiode.

Aufgrund dessen kommen wir zu dem Schluss, dass eine antagonistische Wirkung zwischen der Kanalisationswässer als Verunreiniger des Meeres und der Wassermassen des offenen Meers als Dilutor der Konzentration an organischen Abfallstoffen besteht.

Kvantitative Messungen wurden hinsichtlich des Gehaltes an Mineralölen und Phenol, als organischer Pollutanten des Meeres, durchgeführt. Der Gehalt an Mineralölen wurde im mg/l gemessen. Hierbei konnte in der Regel ein Anstieg nach der Sommerperiode festgestellt werden, wahrscheinlich als Folge des starken Fremdenverkehrs zur Sommerzeit. Die gemessenen Mengen betrugen damals um 1–7 mg/l des Meerwassers. Dies gilt insbesondere für stark frequentierte Orte, wie Rijeka, Zadar, Split und Makarska, jedoch steht es ähnlich auch in den anderen Siedlungen, nur sind die gemessenen Werte dort etwas niedriger (2–3 mg/l). Grössere Mengen von Mineralölen wurden ausnahmsweise nach der Winterperiode bei Koper, Pula und Senj gemessen. Die geringsten Mengen von Mineralölen wurden in Siedlungen im Bereich des slowenischen und montenegrischen Teils der Küste gemessen (1–2 mg/l), die direkt dem offenen Meer exponiert sind.

In der Umgebung von fast allen Siedlungen wurden bedeutende Mengen von Phenol gemessen (über 100 μ mg/l), die an die Grosszahl der organischen Abwässer der besiedelten und industrialisierten Ortschaften gebunden sind. Merklich niedrigere Werte wurden in Siedlungen gemessen, die der Wirkung des offenen Meeres ausgesetzt sind, oder aber an der Mündung des Flusses Neretva liegen (Kardeljevo). Allgemein kann aufgrund der erhaltenen bakteriologischen und hydrochemischen Parameter darauf geschlossen werden, dass alle besiedelten Ortschaften starke Quellen der organischen Verunreinigung des Meeres darstellen. Auch tragen dazu die schlecht regulierten Systeme zum Ablassen von Abwässern aus der Kanalisation oder direkt aus den Haushalten in ein Meeresreservoir, das meist eines geschlossenen Types ist, bei. Ausserdem kann man feststellen, dass der Fremdenverkehr, wie auch zu Lande, sowohl auch zu Wasser, eine wichtige Rolle spielt, was den Anstieg der Konzentration einiger spezifischer organischer Pollutanten des Meeres, wie es Mineralöle und Phenol sind, angeht.

Weiterhin hängt der Grad der Verunreinigung des Meeres im Bereich der an der Küste gelegenen Siedlungen auch von deren geografischer Lage ab. Die bakteriologisch und hydrochemische Kontamination zeigte weithaus niedrigere Werte bei Siedlungen, die am offenen Meer gelegen sind, wie diejenigen am slowenischen Teil der Küste, an Westküsten Istriens und in Montenegro, sowie diejenigen, die unter dem Einfluss von Süswasser im estuarischen Gebiet liegen, wie es der Fall mit Kardeljevo ist, das an der Mündung des Flusses Neretva liegt.