

RADIOEKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U VIRSKOM MORU (JADRANSKO MORE)

RADIOECOLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE VIR SEA (ADRIATIC SEA)

Olga Jelisavčić

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

Radioekološka istraživanja na planktonu, bentoskim organizmima i sedimentima bila su u rujnu i prosincu 1976. godine u Virskom moru. Nivo radioaktivnosti određen je mjerenjem ukupne beta aktivnosti i diferencijalnom gama analizom.

Radioecological investigations of plankton, benthonic organisms and sediments of the Vir Sea were carried out in September and December 1976. The level of radioactivity was determined by measuring the total beta activity and by differential gamma analysis.

UVOD

Radioaktivnost u Jadranskom moru, kao i u drugim morima i oceanima, je dvojnog porijekla: prirodna i umjetna radioaktivnost.

Prirodna radioaktivnost u Jadranskom moru je od nastanka naše planete, od formiranja mora, a zabilježena je u moru tek 1906. godine (Strutt, 1906). Prirodna radioaktivnost u moru potječe od primordijalnih radionuklida u sedimentima mora i u morskoj vodi, te sekundarnih radionuklida koji nastaju interakcijom kosmičkih zraka i stabilnih elemenata u moru. Najveći dio preko devedeset posto od ukupne prirodne radioaktivnosti potječe od 40-K (Rice, 1971).

Brzi razvoj nuklearne tehnologije zadnjih četiri desetljeća i primjena nuklearne energije dovodi do porasta radioaktivnog otpadnog materijala, koji počinje da ugrožava sve sfere. Prvi signifikantni priliv radioaktivnog otpadnog materijala u morsku sredinu bio je 1944. godine. Eluenti nuklearne elektrane Hanford rijekom Columbijom dospijevali su u sjeveroistočni dio Pacifika. Godinu dana kasnije izvršena je prva nuklearna eksplozija (New Mexico, Almgordo, 16. srpnja 1945. godine).

U Jadranskom moru umjetna radioaktivnost potječe od kontrolirano otpušteneog radioaktivnog otpadnog materijala u more (efluenti nuklearnih postrojenja), ili od nekontrolirano dospjelog radioaktivnog otpadnog materijala (stratosferni otpadni radioaktivni materijal). Specifične hidrografske prilike u ovom području (zatvoreno more, veliki utjecaj sjeverno talijanskih rijeka), direktno utječu na nivo umjetne radioaktivnosti. Upravo iz tih razloga Jadransko more ima ograničen kapacitet za priljev radioaktivnog otpadnog materijala.

Istraživanja radioaktivnog zagađenja u Jadranskom moru vrše se u Centru za istraživanje mora — Rovinj, Instituta »Ruđer Bošković« — Zagreb, od 1962. godine. Do 1973. godine ova istraživanja bila su ograničena na Sjeverni Jadran, a u 1974, 1975. i 1976. godini istraživanja su proširena na Srednji i Južni Jadran (ekspedicije: »Vila Velebita« i »Andrija Mohorovičić«, Radioekološka istraživanja u Virskom moru).

Procjena opasnosti i dozvoljene koncentracije umjetnih radioaktivnih otpadnih tvari prisutnih u moru, regulirana je tek nedavno u našoj zemlji (Službeni list SFRJ br. 27, 1977. godine, Službeni list SFRJ br. 8, 1978. godine).

MATERIJAL I METODE

Uzorci analizirani u ovim istraživanjima sakupljani su na određenim postajama i transektima u Virskom moru. Sedimenti su sakupljani Petersonovim grabilom. Plankton je sakupljan odgovarajućim planktonskim mrežama horizontalnim povlačenjem (fitoplanktonska mreža od 80 μ , zooplanktonska mreža od 250 μ promjera okca). Bentoski uzorci sakupljani su dredžom, Petersonovim grabilom ili ronjenjem. Uzorkovanje i analiza biološkog materijala vršena je prema uputama FAO priručnika, a taksonomska određivanja bila su po Rieldu, FAO ključevima, Ercegoviću i dr. ključevima. Uzorci su sušeni na 110°C i homogenizirani za gamaspektrometrijske analize. Za određivanje ukupne beta aktivnosti, uzorci su mineralizirani na 450°C (Dutton, 1968; Jelisavčić i dr., 1969; Jelisavčić, 1979).

Mjerenja ukupne beta aktivnosti bile su s GM-115, s prozom od tinča (1.5—2.0 mg/cm²), u antikoincidentnom sistemu Nuclear Chicago. Standardi su od K₂SO₄, a vrijednosti su izražene u pCi/g mineralizirane tvari kao ekvivalent 40-K.

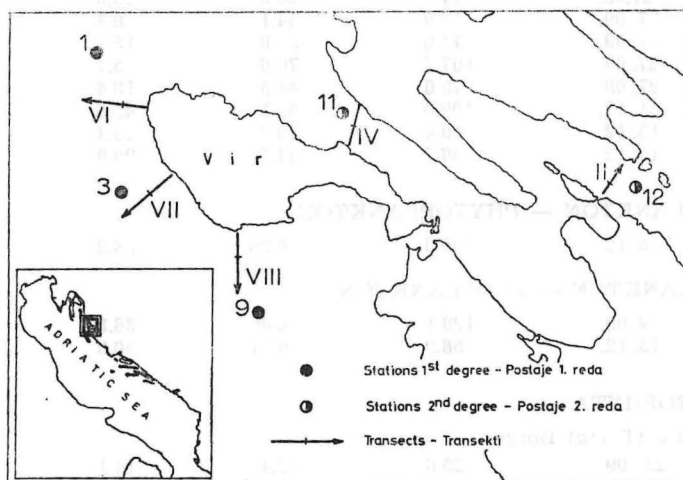
Gamaspektrometrijska mjerenja bila su sa scintilacijskim detektorom (7.62 × 7.62 cm, NAJ(T1) s jamicom, Harshaw detektor) u sistemu s više-kanalnim analizatorom (Nuclear Chicago, Mod. NC — 25601) i printerom (IBM Selectric). Kalibracija je bila sa standardima NEN-a (točkasti izvori fiksirani na jednom kraju plastične šipke, odnosno solucije pojedinih radionuklida određene specifične aktivnosti, volumena 5 ml). Rezolucija detektora je 8.5% za 137-Cs.

Više kanalni analizator korišten je u dvije subgrupe (2 × 256 kanala). U jednoj od ovih subgrupa je snimljeno osnovno zračenje u negativnom obliku, a korišteno je za mjerenje uzoraka u jednom tjednu u pozitivnom obliku. Za kalkulaciju pojedinih aktivnosti u uzorcima, korištene su standardne metode (Lederer i dr., Adams i dr., Gunnink i dr.). Vrijednosti su izražene u pCi/g suhe tvari.

REZULTATI I DISKUSIJA

Preliminarna radioekološka istraživanja bila su u rujnu i prosincu 1976. godine u Virskom moru (Slika 1).

Za procjenu ukupne beta aktivnosti analizirani su sedimenti, plankton i bentoski organizmi. Rezultati su prikazani u Tablici 1, kao mokra tvar, postotak suhe tvari, ukupna beta aktivnost i poluvrijeme raspada (postotak opadanja radioaktivnosti/dan), za 8 uzoraka sedimenta, 3 uzorka planktona i 104 bentoskih uzoraka.



Slika 1. Istraživano područje.
Investigated area.

Ukupna beta aktivnost kod sedimenata na određenim postojama i transektima, kretala se od 5.7 do 42.6 pCi/g suhe tvari. Poluvrijeme raspada ukazuje na prisustvo dugoživući radionuklida.

Plankton je analiziran samo na postaji 3 (P — 3). Ne postoje signifikantne razlike u ukupnoj beta aktivnosti između fito i zooplanktona. U prosincu je ukupna beta aktivnost neznatno povišena kod fito i zooplanktona.

Nivo ukupne beta aktivnosti kod bentoskih algi (Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta) i morskih trava (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*), dovodimo u vezi s prisustvom 40-K. Sadržaj 40-K u istraživanim uzorcima ovisi o koncentraciji kalija u podlozi, odnosno u mediju (na primjer: *Fucus virsoides* na raznim lokalitetima ispitivanog areala sadrži 40-K od 18.0 do 126.1 pCi/g suhe tvari).

Kod istraživanih bentoskih životinjskih vrsta gdje ne postoji zaštitni omotač inkrustiran mineralima, ukupna beta aktivnost je znatno veća. Najviše vrijednosti ukupne beta aktivnosti zabilježene su kod plaštaša, kod vrste *Phallusia mammilata*, a potječe od prisustva 40-K.

Tablica 1. Ukupna beta aktivnost u sedimentima i organizmima mora.

Total beta radioactivity in sediments and some marine organisms.

Postaje Stations	Datum Date	Mokra mat. Wet weight (g)	% suhe mat. % dry weight	Specifična aktivnost Specific activity (pCi/g)	Opadanja aktivnosti Decrease of activity (%/dan)
1976.					
SEDIMENTI — SEDIMENTS					
P — 1	27.09.	117.9	60.0	15.0	13.3/45
P — 3	27.09.	115.0	44.1	6.4	0.0/45
P — 9	27.09.	74.6	54.8	15.7	17.2/45
P — 11	27.09.	107.2	70.6	5.7	0.0/45
P — 12	27.09.	79.0	44.5	18.6	3.2/45
T — VII	11.12.	109.0	63.1	42.6	15.7/34
T — VI	13.12.	110.4	70.2	13.4	32.8/34
T — VIII	13.12.	106.7	57.3	20.0	6.5/34
FITOPLANKTON — PHYTOPLANKTON					
P — 3	13.12.	105.3	8.26	58.2	32.8/34
ZOOPLANKTON — ZOOPLANKTON					
P — 3	29.09.	129.1	8.60	36.8	39.4/46
P — 3	13.12.	58.3	9.77	50.9	31.8/34
CHLOROPHYTA					
<i>Udotea petiolata</i> (Turra) Börges					
T — VI	29.09.	25.6	22.4	14.1	25.5/43
<i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Sol) Lamarck					
T — II	30.09.	72.6	20.4	10.2	0.0/45
<i>Codium bursa</i> (L.) C. Ag.					
T — II	30.09.	161.2	6.81	182.2	8.0/45
T — IV	30.09.	166.9	8.75	160.9	5.7/44
T — VI	12.12.	162.5	8.67	149.3	5.2/34
PHAEOPHYTA					
<i>Fucus virsoides</i> J. Ag.					
T — II	30.09.	79.1	22.9	81.1	0.0/46
T — VII	11.12.	89.5	28.7	102.0	20.0/34
T — VIII	12.12.	129.0	35.3	111.6	28.6/34
T — VI	12.12.	110.0	25.5	78.5	24.9/43
<i>Cystoseira barbata</i> (Good. et Woodw.)					
T — VII	11.12.	71.7	21.5	193.6	24.4/34
T — VIII	12.12.	82.8	21.5	223.9	19.2/34
T — VI	13.12.	88.8	22.1	218.8	1.9/34
<i>Cystoseira abrotanifolia</i> Ag.					
T — VIII	12.12.	92.1	20.6	185.1	0.0/34
<i>Cystoseira adriatica</i> Sauvag					
T — VII	01.10.	63.1	26.0	42.1	35.4/43

(nastavak 1)
(continuing 1)

Postaje Stations	Datum Date	Mokra mat. Wet weight (g)	% suhe mat. % dry weight	Specifična aktivnost Specific activity (pCi/g)	Opadanja aktivnosti Decrease of activity (%/dan)
1976.					
<i>Cystoseira discors</i> (L.) C. Ag.					
T — VII	11. 12.	67.7	18.8	159.6	4.1/34
T — VIII	11. 12.	71.8	23.0	196.4	4.2/34
T — VI	13. 12.	85.8	18.4	295.1	12.1/34
<i>Cystoseira crinita</i> (Desf.) Duby					
T — VI	30. 09.	65.1	23.7	45.4	12.8/44
<i>Sargassum linifolium</i> (Turn.) C. Ag.					
T — VI	29. 09.	56.5	25.3	134.7	0.0/43
T — IV	30. 09.	83.3	18.0	131.2	10.2/44
T — VII	01. 10.	104.9	20.4	119.0	0.0/43
T — VII	11. 12.	56.4	17.5	218.0	22.3/34
T — VIII	12. 12.	31.5	20.6	208.0	6.1/34
<i>Sargassum hornschi</i> C. Ag.					
T — VII	01. 10.	82.1	26.6	84.8	4.8/43
RHODOPHYTA					
<i>Vidalia volubilis</i> (L.) J. Ag.					
T — II	30. 09.	58.6	22.9	86.8	0.0/45
T — VII	01. 10.	48.3	25.3	91.1	0.0/43
T — VII	11. 12.	63.5	24.6	112.4	14.1/34
T — VI	12. 12.	54.2	26.9	87.8	6.1/34
ANGIOSPERMAE					
<i>Posidonia oceanica</i> (L.) Del.					
T — VI	29. 09.	163.5	19.8	57.7	17.4/44
T — VII	01. 10.	96.8	21.6	60.1	0.0/43
T — VI	13. 12.	110.1	18.5	73.4	30.6/34
T — VII	11. 12.	69.9	21.6	42.0	0.0/34
<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Asch.)					
T — II	30. 09.	73.0	21.2	105.1	28.2/46
T — IV	30. 09.	49.2	21.0	115.8	5.6/44
T — VII	11. 12.	52.8	20.4	132.2	8.8/34
T — VIII	12. 12.	55.8	19.0	125.1	3.0/34
PORIFERA					
<i>Tethya aurantium</i> (Pall.)					
T — II	30. 09.	49.8	40.2	43.1	0.0/45
T — IV	30. 09.	82.2	30.9	30.5	0.74/44
T — VI	12. 12.	104.9	28.8	45.6	37.6/34
<i>Verongia aerophoba</i> (Schmidt)					
T — VIII	28. 09.	174.0	16.3	55.0	50.0/46
T — VI	29. 09.	131.7	16.4	58.0	0.0/43
T — II	30. 09.	130.6	18.2	61.0	0.0/45
T — IV	30. 09.	122.9	18.4	65.2	3.5/44
T — VII	01. 10.	180.6	17.4	50.5	35.8/43
T — VII	11. 12.	115.9	22.2	84.1	12.7/34
T — VIII	12. 12.	115.3	15.6	76.1	0.0/34

(nastavak 2)
(continuing 2)

Postaje Stations	Datum Date	Mokra mat. Wet weight (g)	% suhe mat. % dry weight	Specifična aktivnost Specific activity (pCi/g)	Opadanja aktivnosti Decrease of activity (%/dan)
1976.					
VERMES					
<i>Spirographis spallanzani</i> Viviani					
meki dio					
T—VI	29. 09.	17.0	21.2	23.8	14.7/43
T—II	30. 09.	45.9	19.1	31.1	13.8/45
T—VII	01. 10.	77.0	19.5	18.6	0.0/46
T—VII	11. 12.	18.3	17.9	83.7	56.3/34
T—VIII	12. 12.	17.0	17.6	84.5	33.7/34
T—VI	13. 12.	58.9	18.5	102.4	45.0/34
tubus					
T—VI	29. 09.	20.2	44.5	44.7	56.9/43
T—II	30. 09.	31.8	44.3	30.2	0.0/45
T—VII	01. 10.	40.1	40.6	22.5	0.0/46
T—VII	11. 12.	18.3	44.9	39.9	25.2/34
T—VIII	12. 12.	22.0	36.8	51.3	21.9/34
T—VI	13. 12.	55.5	44.5	51.8	19.1/34
CRUSTACEA					
<i>Eriphia spinifrons</i> (Herbst)					
T—VI	29. 09.	79.1	37.2	7.8	0.0/43
MOLLUSCA					
<i>Patella coerulea</i> L.					
meki dio					
T—VI	29. 09.	40.7	23.3	32.2	0.0/45
T—VII	01. 10.	17.4	21.1	34.8	19.3/46
T—VII	11. 12.	26.0	22.2	39.9	26.4/34
T—VI	12. 12.	22.0	20.5	46.8	40.3/34
T—VIII	12. 12.	15.7	22.3	47.6	0.0/34
<i>Murex trunculus</i> (Linnaeus)					
meki dio					
T—II	30. 09.	34.3	25.4	9.9	0.0/44
<i>Arca noae</i> (Linnaeus)					
meki dio					
T—VIII	28. 09.	188.0	8.7	42.8	0.0/46
T—II	30. 09.	79.6	18.5	102.7	43.3/45
T—IV	30. 09.	141.4	21.7	59.9	0.0/44
T—VIII	12. 12.	17.5	23.0	60.7	21.9/34
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck					
meki dio					
T—VII	11. 12.	84.4	11.2	23.4	49.5/34

(nastavak 3)
(continuing 3)

Postaje Stations	Datum Date	Mokra mat. Wet weight (g)	% suhe mat. % dry weight	Specifična aktivnost Specific activity (pCi/g)	Opadanja aktivnosti Decrease of activity (%/dan)
1976.					
<i>Pecten jacobaeus</i> (Linnaeus)					
meki dio					
T — IV	30. 09.	68.1	16.2	14.4	0.0/44
ECHINODERMATA					
<i>Holothuria forskali</i> Delle Chiaje					
T — VI	29. 09.	75.6	14.5	11.6	44.8/43
T — II	30. 09.	298.9	16.4	10.8	0.0/45
T — VII	01. 10.	143.8	19.9	7.8	100.0/43
T — VII	11. 12.	270.7	25.1	10.8	11.2/34
<i>Sphaerechinus granularis</i> Lamarck					
T — VI	29. 09.	110.4	53.5	4.3	0.0/43
T — II	30. 09.	146.9	31.6	6.9	0.0/45
T — VII	01. 10.	132.5	41.8	2.9	27.8/46
<i>Psammechinus microtuberculatus</i> (Blainville)					
T — VI	29. 09.	12.5	37.0	2.9	51.7/43
<i>Astropecten aurantiacus</i> (Linnaeus)					
T — VIII	28. 09.	40.5	41.7	6.9	0.0/45
T — VI	29. 09.	62.5	44.5	5.9	0.0/43
T — II	30. 09.	152.4	39.7	4.6	0.0/45
T — IV	30. 09.	71.3	44.8	6.5	32.3/44
T — VII	01. 10.	54.2	43.3	3.5	100.0/43
<i>Ophioderma longicauda</i> (Linck)					
T — VIII	28. 09.	25.3	51.2	5.5	0.0/45
T — VI	12. 12.	38.5	49.4	6.0	0.0/34
TUNICATA					
<i>Phallusia mammilata</i> (Cuvier)					
T — VIII	28. 09.	160.4	7.91	119.8	3.4/46
T — VI	29. 09.	208.3	6.62	164.2	0.0/43
T — II	30. 09.	250.5	6.35	252.6	16.4/45
T — IV	30. 09.	179.6	6.76	177.0	0.0/44
T — VII	01. 10.	360.3	7.16	205.8	27.5/46
T — VII	11. 12.	270.1	7.14	153.0	5.4/34
T — VI	12. 12.	318.2	5.71	158.9	7.7/34
T — VIII	12. 12.	212.2	6.03	185.3	0.0/34
<i>Phallusia fumicata</i> (Grube)					
T — II	30. 09.	144.0	10.4	38.5	15.3/45
VERTEBRATA					
<i>Maena chryselis</i> (Cuv. et Val.) Zei					
T — II	30. 09.	100.1	27.2	63.0	0.0/46

(nastavak 4)
(continuing 4)

Postaje Stations	Datum Date	Mokra mat. Wet weight (g)	% suhe mat. % dry weight	Specifična aktivnost Specific activity (pCi/g)	Opadanja aktivnosti Decrease of activity (%/dan)
1976.					
<i>Conger conger</i> Cuv.					
jetra					
T — IV	30. 09.	111.4	38.6	20.6	0.0/44
cijela riba					
T — VIII	01. 10.	174.0	27.5	107.8	17.5/43
<i>Serranus cabrilla</i> Cuv.					
T — IV	30. 09.	87.2	28.4	67.1	0.0/44
<i>Labrus merula</i> (Linnaeus)					
T — VI	29. 09.	183.4	29.0	78.5	0.0/43
<i>Zeus faber</i> (Linnaeus)					
T — VIII	28. 09.	101.2	23.6	54.6	1.4/45
T — VII	11. 12.	165.8	23.9	54.1	0.0/34
T — VIII	12. 12.	215.7	23.2	48.8	0.0/34

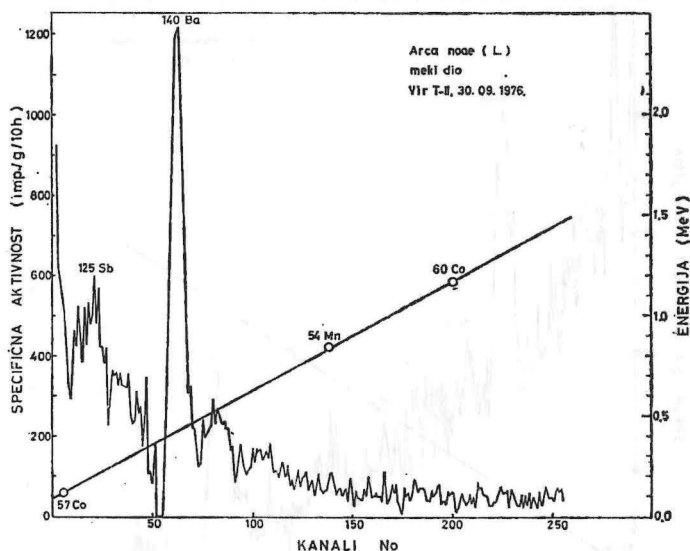
Diferencijalnom gama analizom 80 uzoraka (8 sedimenata, 3 planktona i 69 bentoskih uzoraka), utvrđeno je da pored prirodnih radionuklida (niz urana, niz torija, niz aktinija, 40-K, 7-Be, 83-Rb, 87Rb itd.) određeni su i umjetni radionuklidi različitog porijekla: stratosferni radioaktivni otpadni materijal, efluenti nuklearnih postrojenja, korozioni materijal.

Prirodni radionuklidi su kod sedimenata i nekih bentoskih vrsta bili kvantitativno više zastupljeni od umjetnih radionuklida. Kod bentoskih algi bilo je u pravilu više 40-K, nego kod bentoskih životinjskih vrsta, izuzev vrste *Phallusia mammilata*, kod koje se nalazilo 40-K u koncentracijama od 180.0 do 435.6 pCi/g suhe tvari. U ranijim istraživanjima ovog areala (u okviru ekspedicije »Vila Velebita«, lokacija Z — 1 u Ninskom zaljevu) ova vrsta je sadržala 40-K 642.8 pCi/g suhe tvari.

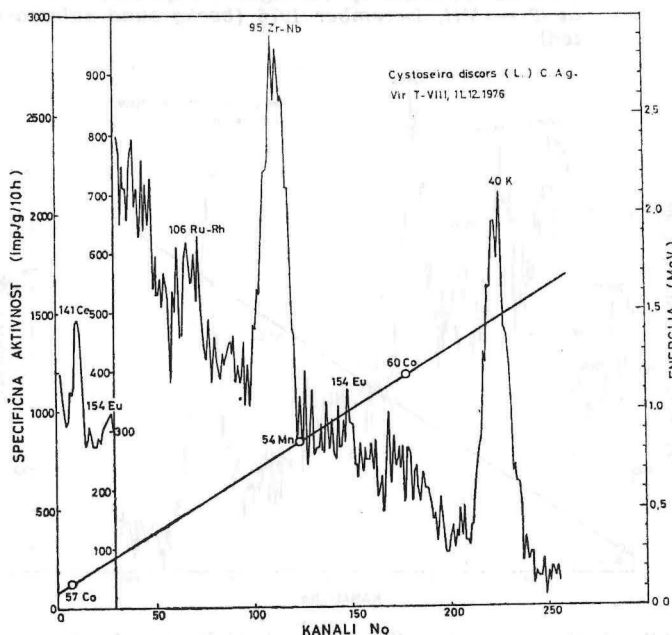
Planktonski uzorci kvantitativno su najviše imali: 141-Ce, 144-Ce, 152-Eu i 125-Sb. Imajući u vidu fizičko-kemijske karakteristike ovih zagađivača, pretpostavljamo da je u pitanju pasivna adsorpcija.

Kratkoživući zagađivači 140-Ba i 95-Zr-Nb zabilježeni su na nekim bentoskim vrstama (Slika 2, Slika 3). Radiobarij našli smo u rujnu bliže obali, T — II (prolaz Stare Poveljane i Ljubačkog zaljeva). Koncentracije ovog zagađivača bile su od 13.2 do 117.8 pCi/g suhe tvari. Radiocirkonij-niobij je nađen u prosincu prema otvorenom moru, na T — VI, T — VII i T — VIII u koncentracijama od 27.3 do 83.1 pCi/g suhe tvari. Dvije godine ranije radiocirkonij-niobij nađen je u Kvarneriću u znatno većim koncentracijama (284.6 pCi/g suhe tvari, zooplankton 19. kolovoza 1964).

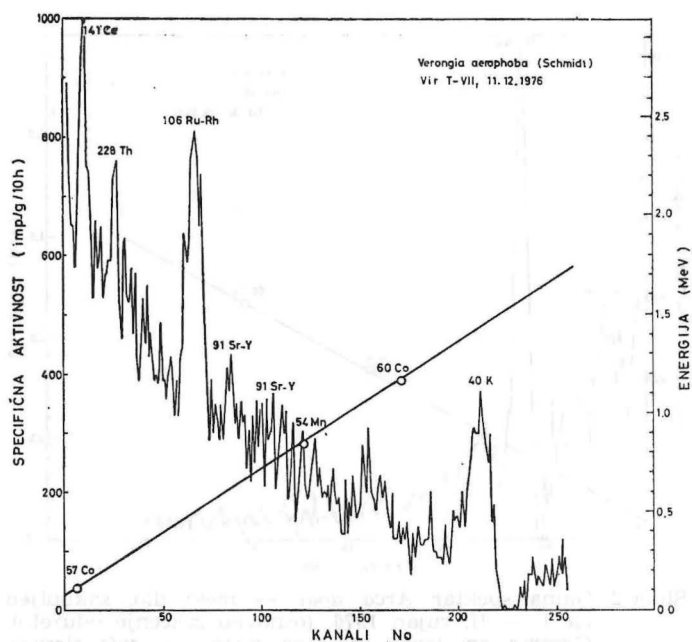
Na bentoskim uzorcima zabilježeni su 106-Ru-Rh i 134-Cs (Slika 4, Slika 5). Koncentracije radiorutenija bile su od 4.2 do 34.1 pCi/g suhe tvari. Drugi umjetni zagađivači kvantitativno su znatno manje zastupljeni (103-Ru-Rh, 137-Cs, 54-Mn, 57-Co, 58-Co, 60-Co, 203-Hg, 99-Mo, 91-Sr-Y).



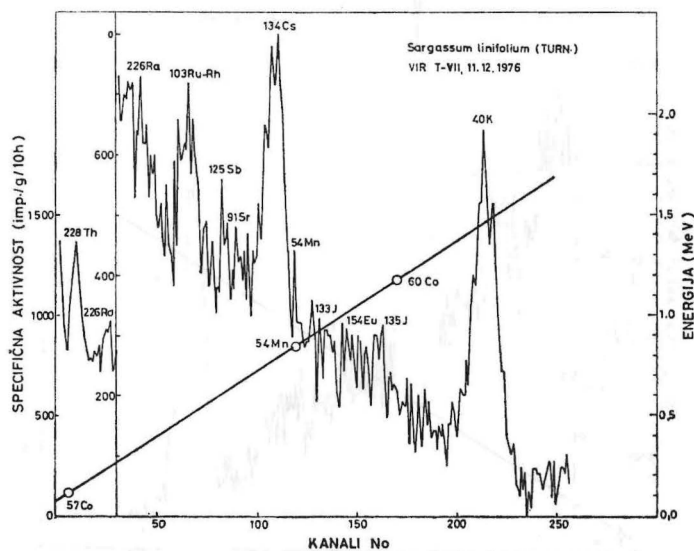
Slika 2. Gama spektar *Arca noae* — meki dio, sakupljen na T — II, rujan 1976. (osnovno zračenje oduzeto).
Gamma spectrum of *Arca noae* — soft tissues, collected at T — II, September 1976 (background subtracted).



Slika 3. Gama spektar *Cystoseira discors*, sakupljen na T — VIII, prosinac 1976. (osnovno zračenje oduzeto).
Gamma spectrum of *Cystoseira discors*, collected at T — VIII, December 1976 (background subtracted).



Slika 4. Gama spektar *Verongia aerophoba*, sakupljen na T — VII, prosinac 1976. (osnovno zračenje oduzeto).
Gamma spectrum of *Verongia aerophoba*, collected at T — VII, December 1976 (background subtracted).



Slika 5. Gama spektar *Sargassum linifolium*, sakupljen na T — VII, prosinac 1976. (osnovno zračenje oduzeto).
Gamma spectrum of *Sargassum linifolium*, collected at T — VII, December 1976 (background subtracted).

LITERATURA

- Strutt, R. J. 1906. On the distribution of radium in the earth's crust. Part II. — Sedimentary rocks. Proc. Roy. Soc. London, A 78: 150—153.
- Rice, R. T. and D. A. Wolfe. 1971. Chemical and Biological Aspects 12, 325—379, Part III. Artifacts of Man. From Impingement of Man on the Oceans, by Hood W. Donald.
- Službeni list SFRJ, 1977. br. 27: Pravilnik o ispitivanju kontaminacije radioaktivnim tvarima zraka, zemljišta, rijeka, jezera i mora, čvrstih i tekućih oborina, voda za piće, ljudske ishrane i stočne hrane.
- Službeni list SFRJ, 1978. br. 8: Uredba o klasifikaciji voda međurepubličkih vodotoka, međudržavnih voda i voda obalnog mora Jugoslavije.
- Riedl, R. 1963. Fauna und Flora der Adria. Verlag Paul Parey, Hamburg, 598.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1976. FAO Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3. Sampling and Analyses of Biological Material, No 158, Rome.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1973. FAO species indentifications sheets for fishery purposes, Mediterranean and Black Sea, Rome, Vol. I and II.
- Ercegović, A. 1942. Jadranske cistozire, njihova morfologija, ekologija i razvitak. 1—212.
- Dutton, J. W. R. 1968. Gross beta counting of environmental materials. Tash. Rap. Fish. radiobiol. Lab. Lowestoft, 1—13.
- Jelisavčić, O., Z. Kolar, P. Strohal, S. Kečkeš and S. Lulić. 1969. Gross beta activity in selected organisms from North Adriatic. Rapp. Comm. int. Mer Medit. 19: 957—959.
- Jelisavčić, O. 1979. Cruises of the Research Vessel »Vila Velebita« in the Kvarner Region of the Adriatic Sea. VII. Total beta radionuclides in biological materials and sediments. Thalassia Jugoslavica, 15 (1/2): 123—142.
- Testa, C. and C. Triulzi. 1979. Normalizzazione di metodi radiochimici per la radioprotezione. CISE — Servizio Documentazione, Segrate (Milano), No 1563.
- ISO/TC147/SC3. 1979. Water Quality Radioecological Methods: Deteemination of ^{137}Cs in water.
- Lederer, M. C., J. M. Hollander and I. Perlman. 1968. Table of Isotopes. J. Wiley and Sons, Inc. 594.
- Adams, F. and R. Dams 1975. Applied gamma-ray spectrometry. In: R. Belcher and H. Freisler (eds.) International Series of Monographs in Analytical Chemistry, Pergamon Press, 41: 753.
- Gunnink, R. and A. W. Stoner. 1961. Photopeak counting efficiencies for 3×3 inch solid and well type NaI scintillation crystals. Anal. Chem. 33: 1311—1312.

RADIOECOLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE VIR SEA
(ADRIATIC SEA)

Olga Jelisavčić

Center for Marine Research, »Rudjer Bošković« Institute, Rovinj

SUMMARY

The total beta activity was determined in 114 samples and the data are presented as wet weight, percentage of dry weight, total beta activity and half-time decreases in radioactivity.

The differential gamma analysis, performed on 80 samples, indicated the presence of artificial radionuclides of different origin: nuclear plant effluents, stratospheric radioactive waste materials, corrosion materials.