

NIKOLA PEROVIĆ, Titograd

ČETVOROGODIŠNJA ISTRAŽIVANJA FLUORIDA U  
TITOGRAJSKOJ SREDINI I SJEVERNOM PODRUČJU  
SKADARSKOG JEZERA

IZVOD

U radu su prikazana četvorogodišnja istraživanja (1976—1979) fluorida u titogradskoj sredini i sjevernom području Skadarskog jezera na ljudima, životinjama, biljkama i vazduhu. Fluoridi potiču od Aluminijskog kombinata u Titogradu koji ne raspolaže uređajima za hvatanje i prečišćavanje otpadnih gasova.

FOUR YEARS INVESTIGATIONS OF FLUORIDES IN  
ENVIRONMENT OF TITOGRAD AND NORTHERN PART  
OF LAKE SKADAR

SYNOPSIS

This paper encircles the four years investigations (1976—1979) of fluorides in the environment of Titograd and northern part of Lake Skadar; the investigations were done on people, animals, plants and the air. The fluorides originate from the Aluminium plant in Titograd which does have the devices for holding and clearing up the exhaust gases.

UVOD

U periodu 1976—1979. godine vršila su se istraživanja fluorida na biljkama, životinjama, ljudima i vazduhu u titogradskoj sredini i sjevernom području Skadarskog jezera. Ovim istraživanjima nastojalo se da se utvrdi obim, stepen i dinamika zagađenja ove sredine sa fluoridima i da li su ljudi, životinje i biljke zahvaćeni ovim otrovima koji potiču od Aluminijskog kombinata u Titogradu.

Ovaj Kombinat proizvodi 50.000 tona aluminijuma i ne raspolaže uređajima za hvatanje i prečišćavanje otpadnih gasova, već fluoridi slobodno odlaze u atmosferu iz elektrolitskih postrojenja ovog Kombinata i zagađuju jedno široko područje oko njega. Radi se o znatnim količinama fluorida. Na svaku tonu proizvedenog aluminijuma odbaci se u atmosferu 16 kg fluora u obliku čvrstih i gasovitih fluorida, tako da se ovo područje zasipa sa 800 tona fluora godišnje.

To nije mala količina, kad se zna o kakvim se materijama radi. Fluoridi su veoma škodljive materije za živa bića. Njihovo štetno dještvo kod ljudi i životinja ispoljava se na kostima, zubima i drugim organima, a kod biljaka na lišću. Dolazi do ranog opadanja lišća i umanjenja prinosa.

Krajem 1979. godine počela je da se postepeno pušta u pogon i druga faza elektrolize, tako da će se uskoro duplirati proizvodnja aluminijuma na 100.000 tona godišnje u ovom Kombinatoru. Najavljeno je da će ova nova faza biti snabdjevena uređajima za prečišćavanje otpadnih gasova. I najsavršeniji uređaji ispuštaju jedan dio fluorida, tako da se sa sigurnošću mogu očekivati povećana zagađenja sa fluoridima ove sredine, jer se na postojeća zagađenja iz prve faze nadovezuju i ova nova iz druge faze.

Već su fluoridna zagađenja poprimila visoke vrijednosti, tako da je ozbiljno ugroženo ovo područje od fluorida, koji se ne zapažaju čulima, ali djeluju podmuklo na živa bića i često se njihove posljedice zapažaju tek poslije više godina. Kod ljudi otežavaju kosti, jer se fluoridi ugrađuju u koštano tkivo i talože u koštanim šupljinama, tako da pojedine kosti mogu da poprime i 3 puta veću težinu od normalne. Isto je i sa zubima. I u njima se ugrađuju fluoridi, naročito kod djece, dok je veća biološka aktivnost zuba, što dovodi do njihovog ranog propadanja.

Činjenica je da se u pojedinim zemljama fluorirše voda, da bi se zaštitili zubi. Ovo pomaže do jedne granice. Međutim, ako je jedna sredina napadnuta sa fluoridima, kao ova, onda je svaka ideja o fluorisanju vode ubitačna, jer ide na povećanje koncentracija fluorida u organizmu ljudi. Sasvim je svejedno za organizam kojim su putem dospjeli fluoridi. Da li je to postignuto preko vode, vazduha, hrane ili nekim drugim putem, kao na primjer preko fluorisanih pasta za zube, raznih medicinskih preparata koji sadrže fluoride, ili preko insekticida koji djeluju na bazi fluorida.

Djelovanje fluorida kod životinja je slično kao kod ljudi, samo drastičnije. Ovo se naročito ispoljava kod onih životinja koje se hrane biljnom hranom. Trava i sijeno koji potiču iz područja fabrika koje ispuštaju fluoride, zagađeni su ovim otrovima. Fluoridi prodiru u lišće trave, ali i padaju na njenu površinu u vidu prašine. Životinje koje jedu takvu hranu napadnute su fluoridima iz trave i sijena, pored onih koji dospijevaju vazduhom, vodom ili

kojim drugim putem. Stradaju im zubi, kosti i drugi organi. Zbog bolesnih zuba osjećaju bolove dok piju hladnu vodu te je izbjegavaju kao i hranu, usljed čega životinje mršave i propadaju.

Kod biljaka fluoridi prodiru u lišće i tamo se odlažu. Zahvataju vrhove i ivice lišća, koje ubrzo počinje da žuti i opada. Na taj način ovo se odražava na čitav život biljke, naročito na njen doprinos. Neke vrste biljaka vrlo su osjetljive na fluoride, kao na primjer vinova loza, breskva i drugo voće, koje se baš uzgaja na novim plantažama Čemovskog polja. Od ovog poduhvata mnogo se očekuje, ali ne treba gubiti iz vida i prisutne fluoride iz Aluminijskog kombinata.

Fluoridi se stvaraju u elektrolitskim postrojenjima Kombinata, kao što je već prije istaknuto, tokom vođenja procesa koji se odvija u elektrolitskim kadama. U ove kade ubacuje se kriolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) koji se pod uticajem električne struje na visokoj temperaturi ( $940\text{--}960^\circ$ ) topi i u njega povremeno ubacuje glinica ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Kriolit služi kao medijum za odvijanje elektrolize glinice, koja se razlaže na aluminijum i kiseonik. Aluminijum pada na dno kade i povremeno se vadi, a kiseonik se oslobađa na ugljenim anodama i sa njima veže.

Prilikom procesa jedan dio kriolita se troši i od toga nastaju gasoviti i čvrsti fluoridi koji se odbacuju sa otpadnim gasovima u atmosferu i zagađuju ovu sredinu. Kao gasoviti fluoridi u otpadnim gasovima zastupljeni su HF i  $\text{CF}_4$ , a kao čvrsti  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ,  $\text{NaAlF}_4$ ,  $\text{Na}_5\text{Al}_3\text{F}_{14}$  i  $\text{AlF}_3$ . Kod elektrolitskih uređaja sa predpečenim anodama, kao što je slučaj u Aluminijском kombinatu u Titogradu, kod emisije otpadnih gasova odnos čvrstih i gasovitih fluorida je 50 : 50. Gasoviti fluoridi uglavnom se sastoje od HF. Među svim fluoridima u otpadnim gasovima ovaj je najotrovniji. Zbog svoje velike škodljivosti za živa bića dati su normativi u raznim propisima o zaštiti čovjekove sredine baš za HF. Za naseljena mjesta predviđeno je da maksimalne povremene koncentracije ne smiju biti veće od  $0,02 \text{ mgF}^-$  ili 20 mikrograma  $\text{F}^-/\text{m}^3$  vazduha, a srednjodnevne od  $0,005 \text{ mgF}^-/\text{m}^3$  ili 5 mikrograma  $\text{F}^-/\text{m}^3$  vazduha.

Dosadašnja istraživanja na fluoridima Aluminijskog kombinata u Titogradu prikazana su u radovima (Perović N., 1975, 1978, 1979. i 1980).

#### METOD RADA

Kod ovih naših istraživanja na biljkama, životinjama, ljudima i vazduhu, trebalo je primijeniti za svaku vrstu istraživanja posebnu metodu, bilo kad se radi o uzimanju uzoraka, ili kod njihove obrade. Zajedničko je kod svih tih metoda, što su se koncentracije fluorida u pojedinim vrstama uzoraka određivale po-

moću jono-selektivne fluoridne elektrode. Uzorci koji su se odnosili na biljke, životinje i ljude, eksperimentalno su se obrađivali u Institutu za medicinu rada i medicinska istraživanja u Zagrebu, a uzorci vazduha u Institutu za higijenu i zaštitu čovjekove sredine u Beogradu. Istraživanja su organizovana u okviru Odbora Crnogorske akademije nauka i umjetnosti za zaštitu čovjekove sredine.

Istraživanja u vezi biljaka odnosila su se na lišće. Za ovu svrhu odabrane su neke vrste biljaka, koje se u svijetu inače koriste u ovom cilju. To su četinari i trave. Od četinara odabran je čempres (*Cupressus sempervirens*) i bor (*Pinus halepensis*), a od trava troskot (*Cynodon dactylon*). Od ovih biljaka uzimani su jednogodišnji djelovi (grančice), to jest nakon što su ispunili jednogodišnji vegetacijski period. Uzorkovanje biljaka vršeno je u jesenjim mjesecima. Ovi uzorci poslije konzerviranja transportovani su do laboratorijuma u Zagrebu, radi dalje obrade. Lišće biljaka uzimano je za ovu vrstu istraživanja, jer se fluoridi u njemu akumuliraju, bez obzira kojim su putem prodrli u biljku (preko korijena, ili kroz sam list). Uzorci biljaka uzimani su iz bliže i dalje okoline Kombinata, kako je to prikazano na slici 1.

Za istraživanja na ljudima i životinjama odabrane su neke osobe iz obližnjih sela oko Kombinata, kao i pojedini primjerci životinja (krava). To su sela: Botun, Dajbabe, Zmijane, Zelenika i Rvaši (Slika 1). Uziman je 24-časovni urin od pojedinih osoba i krava, konzerviran i transportovan do laboratorijuma u Zagrebu, gdje su se uzorci dalje obrađivali. Za ova istraživanja na ljudima i životinjama uziman je urin, jer postoji određena korelacija između koncentracija fluorida u urinu ljudi i životinja sa koncentracijama fluorida u vazduhu. Koncentracije u urinu pojačane su i onim fluoridima koji dospijevaju i drugim putem.

Za istraživanja na vazduhu odabrano je 10 stalnih lokaliteta u širokom području od Skadarskog jezera, preko Kombinata i Titograda pa do kraja ovog ravnog prostora. Za određivanje lokacija uzete su u obzir meteorološke prilike ovog kraja (ruža vjetrova), geografske i druge odlike. Lokaliteti su uglavnom odbrani na potezu sjever—jug, u kom pravcu duvaju glavni vjetrovi ovog područja (Slika 1).

Prema ruži vjetrova u ovoj sredini je 37% dana u godini kad nema vjetrova (tišine), 22% dana sa sjevernim i 17% dana sa južnim vjetrovima, prema podacima Hidrometeorološkog zavoda u Titogradu.

U ovom prostoru postavljena su i 2 sedimentatora (u Golubovcima i centru Titograda), da bi se utvrdile količine fluorida koje padaju na 1 m<sup>2</sup> tokom dana.





Slika 1. — Skica područja sa lokalitetima oko Aluminijskog kombinata u Titogradu sa kojih su uzimani uzorci vazduha, biljaka i urina od ljudi i životinja

The sketch of the area with the localities around the Aluminium plant in Titograd from which the samples of the air were taken, as well as the plants and the samples of human and mammals urine

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Tokom četvorogodišnjeg istraživanja (1976—1979) na biljkama, životinjama, ljudima i vazduhu u prostranom području od Skadarskog jezera pa do Titograda i ostalog prostora titogradske kotline, na fluoridima koji slobodno odlaze u atmosferu iz postrojenja Aluminijskog kombinata u Titogradu, došlo se do značajnijih rezultata koji ukazuju na obim, stepen i dinamiku zagađenja ovog kraja fluoridima, što je izvedeno na bazi značajnog broja analiza. Prve godine naših istraživanja (1976) urađeno je 100 analiza na ljudima, životinjama i biljkama. Druge godine (1977) urađene su 124 analize na ukupne fluorida u vazduhu, da bi se sagledao obim i donekle stepen zagađenja ove sredine fluoridima. Treće godine (1978) urađeno je 260 analiza na ukupne i gasovite fluorida u vazduhu, da bi se sagledao stepen zagađenja ove sredine fluoridima. I četvrte godine (1979) urađeno je 200 analiza na ukupne i gasovite fluorida u vazduhu, tokom jednog kraćeg vremenskog intervala, da bi se utvrdila ili bar sagledala dinamika zagađenja ove sredine fluoridima, to jest da se zapazi brzina kojom se puni titogradska kotlina fluoridima za vrijeme tišina koje su dosta česte u ovom kraju. Ukupno su urađene 684 analize na fluoridima tokom četvorogodišnjeg istraživanja.

*Istraživanja u 1976. godini*

Kao što je već rečeno, istraživanja u 1976. godini odnosila su se na biljke, životinje i ljude. Na biljkama istraživanja su se vršila u dva navrata, i to u mjesecu septembru i novembru, kako bi se pustila prilika istraživanim biljkama da ispune svoj jednogodišnji vegetacijski period. Uzimano je lišće od čempresa, bora i troskota sa 15 lokaliteta (Slika 1).

Urađeno je 45 analiza na biljkama. Rezultati analiza jasno ukazuju da su u lišću istraživanih biljaka zapažene povišene koncentracije fluorida, naročito kod čempresa, i da su dobiveni i takvi rezultati koji prevazilaze uobičajene koncentracije fluorida u lišću biljaka (2--20 mgF<sup>-</sup>/kg suve materije) i 20 puta više (432,50 mgF<sup>-</sup>/kg suve materije). I kod drugih istraživanih biljaka zapažene su više puta povećane koncentracije fluorida u njihovom lišću, što se vidi iz tabele 1.

Istraživanja koja su vršena na životinjama (kravama) u 1976. godini, takođe su vršena u dva navrata (septembar i novembar). Urađena je 21 analiza na 24-časovnom urinu od pojedinih krava iz obližnjih sela oko Kombinata (Botun, Dajbabe, Zelenika i Rvaši). Ova sela naznačena su na slici 1. Selo Rvaši nešto je udaljenije od Kombinata i zaklonjeno je brdima, tako da je zaštićeno od otrovnog dještva fluorida. Krave iz ovog sela poslužile su kao kontrolna grupa. Rezultati ovih analiza prikazani su na tabeli 2.

Tabela (Table) 1.

Koncentracije fluorida u lišću nekih biljaka  
The concentration of fluorides in the leaves of some plants  
mgF<sup>-</sup>/kg suve materije

Datum uzimanja uzorka Date of the specimen examination	Lokaliteti Localities	Cupressus sempervirens	Pinus halepensis	Cynodon dactylon	
1976. 19. i 20. IX	1	250,22	95,70	33,79	
	3	54,73	11,77	5,70	
	4	26,18	5,44	4,68	
	5	236,00	51,69	80,16	
	6	104,00	66,29	73,39	
	7	131,47	10,13	18,23	
	8	24,85	9,15	6,67	
	Prosjeak (Average):		118,21	35,74	31,80
1976. 22. i 23. XI	1	190,48	50,03		
	2	432,50	197,68		
	3	48,55	27,27		
	4	49,71			
	9	44,95	13,22		
	10	26,68	6,65		
	11	77,33	14,27		
	12	49,41	21,29		
	13	24,67	5,72		
	14	39,14	8,86		
	15	18,30	6,32		
	Prosjeak (Average):		91,07	33,10	

Ovi rezultati ukazuju da su kod svih ispitanih krava koncentracije fluorida u urinu bile po nekoliko puta veće od koncentracija u urinu ispitanih krava iz sela Rvaši. Kod nekih krava iz sela Dajbabe ove koncentracije iznosile su i 20 puta više (10,08 mgF<sup>-</sup>/l urina) od onih iz sela Rvaši (0,25—0,56 mgF<sup>-</sup>/l urina).

Istraživanja fluorida koja su vršena na ljudima u 1976. godini, takođe su se odnosila na 24-časovni urin od pojedinih lica iz obližnjih sela oko Kombinata (Botun, Zmijane i Dajbabe). Sela su prikazana na slici 1. Urađeno je 37 analiza. Rezultati su prikazani na tabeli 3.

I kod ovih rezultata uočavaju se pojačane koncentracije fluorida u urinu nekih ispitivanih ljudi. Pronađeni su i takvi rezultati koji prevazilaze dozvoljenu koncentraciju (do 0,5 mgF<sup>-</sup>/l urina) i 4 puta (2,0 mgF<sup>-</sup>/l urina).

Tabela (Table) 2.

Konzentracije fluorida u urinu nekih životinja (krava)  
The concentration of fluorides in the urine of some mammals (cows)  
mgF—/l urina

Datum uzimanja uzorka Date of the specimen examination	Lokaliteti Localities	Oznaka uzorka Sample marking	mgF—/l urina
1976. 20. i 21. IX	Botun	1	1,58
	„	2	2,22
	„	3	2,29
	„	4	3,85
	„	5	4,41
	„	6	3,60
	„	7	3,13
	„	8	1,73
	Dajbabe	9	10,08
1976. 22. i 23. XI	„	1	6,96
	„	2	7,01
	Zelenika	3	3,95
	„	4	8,18
	„	5	4,39
	Rvaši	6	0,56
	„	7	0,56
	„	8	0,25
	„	9	0,34
	„	10	0,84
	„	11	0,52
	„	12	0,49

Ovi rezultati kod ljudi, kao i kod životinja, ne ukazuju jedno stalno stanje, već je povremenog karaktera i zavisi od koncentracija fluorida u vazduhu, koje su bile tih dana dok se vršilo uzorkovanje. Ako je bilo fluorida u vazduhu biće ih i u urinu, ako ih nema, neće ih biti ni u urinu, jer se fluoridi koji su dospjeli u organizam poslije nekoliko sati talože u kostima, zubima i drugim organima, a samo se jednim dijelom izlučuju preko bubreca u urin. Prema tome, postoji mogućnost da se zapaze i veće koncentracije fluorida u urinu ljudi i životinja od onih koje su nađene, naročito u danima većih fluoridnih zagađenja atmosfere ovog područja. Međutim, i ovi rezultati ukazuju na moguće štetno dještvo fluorida na organizam ljudi i životinja ovog kraja.

Tabela (Table) 3.

Koncentracije fluorida u urinu nekih ljudi

The concentration of fluorides in the urine of some people

mgF-/l urina

Datum uzimanja uzorka Date of the specimen examination	Lokaliteti Localities	Oznaka uzorka Sample marking	mgF-/l urina
1976. 14. VI	Botun	1	0,18
	"	2	0,20
	"	3	0,18
	"	4	0,19
	"	5	0,23
	"	6	0,22
	"	7	0,32
	"	8	0,31
	"	9	0,24
	"	10	0,24
	"	11	0,18
	"	12	0,23
	Zmijane	13	0,32
	"	14	0,26
	"	15	0,46
	"	16	1,18
	"	17	0,36
	"	18	0,34
	"	19	0,78
	"	20	1,22
1976. 22. i 23. XI	Botun	1	0,41
	"	2	2,00
	"	3	0,32
	"	4	0,22
	"	5	0,17
	"	6	0,22
	"	7	0,20
	"	8	0,17
	"	9	0,24
	"	10	0,19
	Dajbabe	11	0,31
	"	12	0,24
	"	13	0,31
	"	14	0,81
	"	15	0,41
	"	16	0,46
	"	17	0,66

*Istraživanja u 1977. godini*

U 1977. godini istraživanja su se odnosila na utvrđivanje ukupnih koncentracija fluorida u vazduhu ove sredine, kako bi se sagledao obim i stepen zagađenja fluoridima. U tom smislu uzimani su uzorci vazduha sa 10 lokaliteta (Slika 1) i uzorci istaloženih fluorida iz 2 sedimentatora, skoro kroz sve mjesece tokom godine i to jedanput mjesečno.

Uzimanje uzoraka nije se podešavalo kojeg će to dana biti, već se uzorkovanje vazduha vršilo u poslednjoj sedmici u mjesecu jednog dana. Urađene su 124 analize vazduha, od čega se 14 analiza odnosi na sediment. Rezultati analiza na ukupne fluorige iz 1977. i 1978. godine prikazani su u tabeli 4.

Već ovi prvi rezultati do kojih se došlo istraživanjem vazduha na ukupne fluorige u 1977. godini pružaju dosta podataka na osnovu kojih se može dosta sigurno suditi o obimu zagađenja ove sredine sa fluoridima, naročito za vrijeme tišina, koje predstavljaju 37% dana u godini, kako je to već prije istaknuto. U tim danima ispunja se čitavo titogradsko područje fluoridima i oni ostaju danima ravnomjerno raspoređeni po čitavom prostoru od Skadarskog jezera do Titograda, Zlatice i Duklje.

To se zapaža kod svih obavljenih istraživanja, da su koncentracije fluorida u vazduhu uvijek bile izjednačene na svim lokalitetima, kako onim oko Kombinata tako i kod najudaljenijih. Daljina od Kombinata nije dolazila do izražaja. Takvo je stanje bilo i prilikom trokratnog uzimanja uzoraka (jutro, podne i večer) sa svih 10 lokaliteta, kad se nijesu zapažale znatnije razlike od lokaliteta do lokaliteta tokom čitavog dana (Tabela 5).

I ovi rezultati ukupnih fluorida u vazduhu titogradske sredine ukazivali su na visok stepen zagađenja, mada za ukupne fluorige ne postoje normativi u propisima o zaštiti čovjekove sredine. Ipak se na bazi ovih rezultata može vršiti neka procjena o stepenu zagađenja ove sredine fluoridima. Više puta postignute su vrednosti koje su prelazile i preko 500 mikrograma  $F^-/m^3$  tokom naših istraživanja u 1977. godini, mada je dobivena i vrijednost od 660 mikrograma  $F^-/m^3$  vazduha. Kako se ukupni fluorigi sastoje od čvrstih i gasovitih fluorida i to u odnosu 50 : 50 kod emisije, to možemo pretpostaviti da se isti odnos zadržava i kod imisije. U tom slučaju polovine prikazanih vrednosti ukupnih fluorida u tabelama predstavljaju koncentracije gasovitih fluorida, koje su bile i preko 16 puta veće od povremeno dozvoljenih (20 mikrograma  $F^-/m^3$  vazduha).

I rezultati istraživanja fluorida koji padaju na tle tokom jednog dana na  $1 m^2$ , ukazuju takođe na značajna zagađenja fluoridima koja nastaju ovim putem (Tabela 6). U tabeli su prikazani rezultati iz 1977. i 1978. godine.



Tabela (Table) 4.

Koncentracije ukupnih fluorida  
The concentration of the total fluorides  
mikrograma F-/m<sup>3</sup>

Datum uzimanja uzorka Date of the specimen examination	Broj uzoraka Number of specimens	Ukupni fluoridi min-max The total fluorides	Prosjek Average
1977. 5. II	10	270—430	333
26. V	10	60—140	80
30. VI	10	20—40	28
20. VII	10	10—50	22
26. VIII	10	30—80	48
29. IX	10	30—50	37
27. X	10	220—660	473
24. XI	10	90—160	120
1978. 27. III	10	20—50	24
30. IV	10	30—50	32
31. V	10	120—250	163
28. VI	10	10—10	10
30. VIII	10	100—200	168
27. IX	10	120—150	137
18. X	10	310—370	338
10. XI	10	160—320	210

Tabela (Table) 5.

Koncentracije ukupnih fluorida tokom jednog dana  
The concentration of the total fluorides during one day  
mikrograma F-/m<sup>3</sup>

Datum uzimanja uzorka Date of the specimen examination	Lokaliteti Localities				Prosjek Average
		9h	12h	17h	
1977. 8. XI	1. Vranjina	410	390	140	313
	2. Golubovci	410	340	390	380
	3. Srpska	420	340	390	377
	4. Dajbabe	410	290	310	337
	5. Zabjelo	420	350	390	387
	6. Centar Titograda	410	370	240	340
	7. Bolnica	420	360	390	390
	8. Ćemovsko polje	410	390	400	400
	9. Zlatica	400	390	400	395
	10. Duklja	360	320		340
Prosjek (Average):		407	354	305	362

Tabela (Table) 6.

Količine fluorida koje padaju na tle  
The quantities of fluorides falling to the soil  
mikrograma F<sup>-</sup>/m<sup>2</sup> na dan

Datum uzimanja uzorka Date of the specimen examination		L o k a l i t e t i Localities	
		Golubovci	Centar Titograda
1977.	II	1.300	1.000
	VI	200	900
	VII	700	500
	VIII	1.200	1.100
	IX	3.900	2.000
	X	2.100	2.200
	XI	1.100	1.100
1978.	III	700	600
	IV	800	800
	V	1.200	1.000
	VI	1.500	1.400
	X	400	900

Iz tabele se vidi da su koncentracije fluorida koje padaju na tle dostizale vrijednosti i od 3.900 mikrograma F<sup>-</sup>/m<sup>2</sup> dnevno, što je vrlo visoko, kad se ima u vidu da su normalne koncentracije do 300 mikrograma F<sup>-</sup>/m<sup>2</sup> dnevno, što je 13 puta veće od ovog. I u drugim mjesecima dobijale su se visoke koncentracije fluorida koje padaju na tle.

#### *Istraživanja u 1978. godini*

U ovoj godini nastavilo se sa istraživanjem fluorida u vazduhu i uziman je sediment sa dva taložna mjesta. Istraživanja su se odnosila na ukupne i gasovite fluoreide. Cilj je bio da se sa više sigurnosti utvrdi stepen zagađenja fluoridima ove sredine, nego što se to postiglo samo na osnovu ukupnih fluorida. Urađeno je 260 analiza, od čega se 10 odnosi na sediment. Rezultati analiza na gasovite fluoreide prikazani su u tabeli 7.

Kako se normativi odnose samo na gasovite fluoreide u propisima za zaštitu čovjekove sredine, to se nastojalo da se baš preko njih (HF) utvrde povremene maksimalne koncentracije fluorida u ovoj sredini. To smo nastojali da postignemo jednodnevnim pa i višednevnim uzorkovanjem vazduha. Nije bilo pretenzija da se utvrde i srednjodnevne maksimalne koncentracije fluorida, u ovoj fazi našega rada, mada rezultati do kojih smo došli istraživanjem gasovitih fluorida (HF), potvrđuju naša razmatranja prethodnim

Tabela (Table) 7.

		Koncentracije gasovitih fluorida (HF) The concentration of gas fluorides				mikrograma F <sup>-</sup> /m <sup>3</sup>	
Datum uzimanja uzoraka Date of the specimen examination	t°C	Relativna vlaga % Relative humidity	Broj uzoraka Number of specimens	Gasoviti fluoridi (HF) min-max The gas fluorides	Prosjeak Average	Faktor zagađenja min-max Pollution factor	
1978. 11. X							
9h	19,2	72	10	160—310	249	8—15	
17h	22,0	64	10	170—310	224	8—15	
17. X							
9h	14,8	83	10	80—140	117	4—7	
17h	16,6	78	10	200—260	229	10—13	
2. XI							
9h	12,2	69	10	140—320	277	7—16	
17h	14,0	64	10	300—370	326	15—18	
3. XI							
9h	6,7	80	10	100—170	138	5—8	
17h	10,0	70	10	130—270	180	6—13	

istraživanjima na bazi ukupnih fluorida, to jest da su u 1978. godini postignute koncentracije gasovitih fluorida (HF) i od 370 mikrograma F<sup>-</sup>/m<sup>3</sup> vazduha, što je preko 18 puta više od povremenih maksimalno dopuštenih koncentracija (20 mikrograma F<sup>-</sup>/m<sup>3</sup> vazduha), kako se to vidi na tabeli 8.

I sa ove tabele vidi se kako su se koncentracije gasovitih fluorida jednako održavale tokom čitavog dana na svim posmatranim lokalitetima, kako onim kod Skadarskog jezera tako i onim na suprotnoj strani od Kombinata u Zlatici i Duklji. Nije bilo nekih znatnijih razlika u koncentracijama fluorida u vazduhu od lokaliteta do lokaliteta i da li se radi o uzorcima vazduha uzimanim u jutarnjim ili popodnevnim časovima. To se uvijek ponavljalo za vrijeme tišina.

#### Istraživanja u 1979. godini

Posebnim problemom bila je zaokupljena naša pažnja u istraživanjima fluorida u vazduhu 1979. godine. Htjelo se doznati kojom se brzinom puni titogradska kotlina fluoridima za vrijeme tišina i može li se osjetiti neka pravilnost u tom pogledu. Dakle, istraživanjima u 1979. godini nije se išlo da se postignu neke maksimalne koncentracije fluorida u vazduhu ove sredine, već da se

Tabela (Table) 8.

Koncentracije gasovitih fluorida (HF) tokom jednog dana

The concentration of gas fluorides during one day

mikrograma F-/m<sup>3</sup>

Datum uzimanja uzorka Date of the specimen examination	Lokaliteti Localities	9h	Faktor zagađenja Pollution factor	17h	Faktor zagađenja Pollution factor
1978. 2. XI	1. Vranjina	310	15	350	17
	2. Golubovci	310	15	350	17
	3. Srpska	320	16	350	17
	4. Dajbabe	300	15	310	15
	5. Zabjelo	310	15	370	18
	6. Centar Titograda	140	7	340	17
	7. Bolnica	300	15	320	16
	8. Čemovsko polje	180	9	300	15
	9. Zlatica	300	15	310	15
	10. Duklja	300	15	300	15
Prosjeak (Average):		277	14	330	16

zapazi dinamika zagađenja ove sredine fluoridima. Maksimalna zagađenja titogradske sredine fluoridima registrovana su prethodnim istraživanjima vazduha u 1977. i 1978. godini.

Sa istih lokaliteta (10), u jednom kratkom vremenskom intervalu (4 dana), koji je nastupio poslije dužeg vjetrovitog vremena i pročistio ovu sredinu of fluorida, nastupile su tišine i pružile mogućnost da se trokratno uzimaju uzorci vazduha svakog dana kroz posmatrani period. Urađeno je 200 analiza vazduha. Od toga 100 analiza urađeno je na ukupne fluoride i 100 na gasovite (HF). U tabeli 9 prikazani su rezultati analiza na gasovite fluoride (HF).

Rezultati do kojih se došlo ukazuju na neke pravilnosti kod zagađenja ove sredine fluoridima. To se moglo zapaziti kako kroz rezultate ukupnih fluorida, tako i gasovitih, koji su prikazani u tabeli 9. Kad se sagledaju rezultati analiza do kojih se došlo u posmatranom vremenskom intervalu (6—9. XII 1979) i kad su izračunate srednje vrijednosti, došlo se do serije brojeva 67, 103 i 154. To su srednje povremene koncentracije fluorida u pojedinom danu posmatranog perioda, izvedenih iz rezultata analiza do kojih se došlo uzimanjem u 3 navrata (jutro, podne i veče), sa 10 lokaliteta tokom 3 dana posmatranog perioda. Prema tome, svaki broj je izveden na bazi 30 rezultata analiza koji pripadaju jednom danu.

Tabela (Table) 9.

Koncentracije gasovitih fluorida (HF) tokom 6—9. XII 1979. godine  
 The concentration of gas fluorides during December 6 through 9 1979  
 mikrograma F<sup>-</sup>/m<sup>3</sup>

Datum uzimanja uzorka Date of the specimen examination		Broj uzoraka Number of specimens	Prosjeck Average	Faktor zagađenja Pollution factor
1979. 6. XII	9h	10	71	3
	12h	10	60	3
	17h	10	71	3
Prosjeck (Average):			67	3
7. XII	9h	10	75	4
	12h	10	90	4
	17h	10	146	7
Prosjeck (Average):			103	5
8. XII	9h	10	138	7
	12h	10	161	8
	17h	10	165	8
Prosjeck (Average):			154	8
9. XII	9h	10	131	7

Ako ove brojeve podijelimo sa povremenim maksimalno dopuštenim koncentracijama fluorida (20 mikrograma F<sup>-</sup>/m<sup>3</sup> vazduha), dobijemo sledeću seriju brojeva 3, 5 i 8, koji ukazuju koliko su puta pojedine povremene koncentracije fluorida bile veće od maksimalno dozvoljenih za pojedini dan, a to je ujedno i ritam po kojem je raslo zagađenje sa fluoridima u titogradskoj sredini, tokom posmatranog perioda, što je i bio cilj da se dozna ovim istraživanjima u 1979. godini.

ZAKLJUČAK

Tokom naših četvorogodišnjih istraživanja (1976—1979) fluorida u titogradskoj sredini i sjevernom području Skadarskog jezera, koja su vršena na biljkama, životinjama, ljudima i vazduhu, može se zaključiti da je ovo područje napadnuto fluoridima iz elektrolitskih postrojenja Aluminijskog kombinata u Titogradu, koji ne raspolaže uređajima za hvatanje i prečišćavanje otpadnih gasova, a već se postepeno pušta u pogon i nova faza elektrolize, tako da će se pojačati zagađenje ove sredine fluoridima, pa i ako bi

nova faza elektrolize sadržavala uređaje za prečišćavanje otpadnih gasova.

Kod nekih vrsta biljaka (čempres, bor i troskot) nađene su pojačane koncentracije fluorida u lišću ovih biljaka, pa i 20 puta više od normalnog sadržaja. Isto tako, kod nekih ispitivanih ljudi i životinja (krava) nađene su povišene koncentracije fluorida u urinu, tako da su kod ljudi iznosile i 4 puta više od dozvoljenog, a kod krava i 20 puta više. Dalje je utvrđeno ovim našim istraživanjima da koncentracije fluorida naročito su pojačane za vrijeme atmosferskih tišina u vazduhu titogradske sredine i da narastaju i 18 puta više od dozvoljenog, i što je još gore, ova zagađenja se održavaju danima u jednom širokom prostoru od Skadarskog jezera preko Titograda i drugih naselja ovog ravnog prostora, skoro na istom nivou, nezavisno od njihove udaljenosti od Kombinata.

Ovim našim istraživanjima utvrđeno je i to da su značajne količine fluorida koje se istalože na tle putem atmosferalija ili usled svoje težine.

Posebno se nastojalo da se utvrdi, ili bar donekle sagleda, dinamika zagađenja ove sredine fluoridima. Htio se zapaziti neki ritam kojim se puni ovo područje fluoridima iz Aluminijskog kombinata, naročito za vrijeme tišina. Našim istraživanjima došlo se do serije brojeva 3, 5 i 8, koji ukazuju za pojedini dan koliko su puta bila veća zagađenja ove sredine fluoridima u jednom kraćem vremenskom intervalu (3 dana), a to je i bila dinamika zagađenja ove sredine fluoridima. To jest, prvog su dana narasla zagađenja u ovoj sredini za 3, drugog za 5, a trećeg za 8 puta više od povremenih dozvoljenih koncentracija u vazduhu ove sredine.

Da bi se ova sredina zaštitila od fluorida, potrebno je da određene ustanove (Hidrometeorološki zavod u Titogradu), kojima je osnovna djelatnost zaštita vazduha u ovoj sredini, organizuje stalno praćenje zagađenja ove sredine fluoridima (HF). Dalje je potrebno da se utiče na Aluminijski kombinat u Titogradu, kako bi se ugradili uređaji za prečišćavanje otpadnih gasova u pogonima elektrolize koji ih nemaju.

#### LITERATURA

Perović, N. (1975): O zaštiti titogradske sredine od zagađenosti fluorom. Glasnik Republičkog zavoda za zaštitu prirode, br. 8, 135—140, Titograd.

Perović, D. (1978): Opasnosti od fluorida iz elektrolitskih postrojenja i rezultati istraživanja u okolini Aluminijskog kombinata u Titogradu. Zaštita čovjekove sredine u Crnoj Gori, Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, knj. 4 naučni skupovi, 257—266, Titograd.



Perović, N. (1978): Istraživanja fluorida u titogradskoj sredini. Medicinski zapisi, Udruženje ljekara Crne Gore, br. 34, 5—15, Titograd.

Perović, N. (1979): Opasnosti od fluorida pri proizvodnji aluminijuma — istraživanja u titogradskoj sredini. Čovjek i životna sredina, br. 2/79, 44—46, Beograd.

Perović, N. (1979): Zaštita vazduha od industrijskih postrojenja i motornih vozila u Crnoj Gori. Čovjek i životna sredina, 5/79, 28—30, Beograd.

Perović, N. (1979): Trogodišnja istraživanja fluorida u titogradskoj sredini. Glasnik Republičkog zavoda za zaštitu prirode, br. 12, 71—85, Titograd.

Perović, N. (1980): Dinamika zagađenja titogradske sredine fluoridima od aluminijске industriје. Glasnik Republičkog zavoda za zaštitu prirode (u štampi), Titograd.

Nikola PEROVIĆ

#### FOUR-YEAR INVESTIGATIONS OF FLUORIDES IN ENVIRONMENT OF TITOGRAĐ AND NORTHERN PART OF LAKE SKADAR

##### Summary

This paper encircles the four years investigations (1976—1979) of fluorides in the environment of Titograd and northern part of Lake Skadar; the investigations were done on people, animals, plants and the air. The fluorides originate from the Aluminium plant in Titograd which does not have the devices for holding and clearing up the exhaust gases. The capacity of this plant is 50,000 tons of aluminium per a year. The capacity of this plant is being increased, and an intensified pollution of this environment by fluorides is to be expected.

The results gained during these four years investigations on fluorides in this environment, indicate an increased concentration of these substances in the leaves of some plants and they are increased for as much as 20 times in comparison to the normal ones. Further indications of increased fluorides are finding of fluorides in the urine of some animals (cows) for over 20 times, and in urine of of some examined humans where it was 4 times higher than allowed. Further, it was found out that occasional concentrations of fluorides (HF) in the air of this environment can increase even more than 18 times over the allowed and that on the soil there are considerable quantities of fluorides that are being deposited. The dynamics of pollution of this environment by the fluorides was also investigated.

