

ISPITIVANJE PRIRODNOG FONA ZAGAĐENOSTI ZRAKA I OBORINA

Z. BOLANČA

Republički hidrometeorološki zavod, Zagreb

Prema prijedlogu Svjetske meteorološke organizacije (SMO) o specijalnoj mreži regionalnih stanica za praćenje prirodnog fona zagađenosti zraka i oborina, u srpnju 1971 g. postavljene su i kod nas takve stanice, i to na: Meteorološkom opservatoriju Instituta za fiziku atmosfere JAZU na Puntijarki (1000 m), Meteorološkoj stanici Lastovo (otok), a radi usporedbe rezultata na Meteorološko-aerološkom opservatoriju Zagreb—Maksimir i na Meteorološkom opservatoriju Zagreb—Grič. U mjesečnim uzorcima zraka i oborina s Meteorološko-aerološkog opservatorija Zagreb—Maksimir i Meteorološkog opservatorija Instituta za fiziku atmosfere JAZU Puntijarka nađene su velike razlike u koncentraciji iona (NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} i Ca^{++}), osobito između ljetnih i zimskih mjeseci. U uzorcima s Meteorološke stanice Lastovo nađene su velike količine klorida, te iona, natrija i magnezija.

Savjet stručnjaka Svjetske meteorološke organizacije (SMO) za meteorološke aspekte onečišćenja zraka razmatrao je ciljeve i zahtjeve za mrežu stanica za mjerenje fona onečišćenosti i podijelio stanice za mjerenje onečišćenja zraka u dvije skupine: osnovne i regionalne stanice. Osnovne stanice mogu se shvatiti kao istraživački punktovi. Preporučuje se da se na tim stanicama prvenstveno obavljaju ona mjerenja koja će davati podatke o dugotrajnim promjenama u sastavu atmosfere, koji je osobito važan za vrijeme i klimu. Uvjeti za lokaciju ovih stanica vrlo su rigorozni, tako ih npr. treba postaviti izvan rijetko naseljenih područja, dalje od glavnih putova i avionskih linija. Poželjno je da takve stanice budu postavljene na nenastanjenim otocima ili na brdima iznad linija drveća. Mjesto za stanicu treba da očituje efekte neperiodičnih prirodnih pojava, kao što su vulkanske aktivnosti, šumski požari, prašinske i pješčane oluje. Regionalnim stanicama je prvenstveni cilj da dokumentiraju dugotrajne promjene u sastavu atmosfere i oborina, a koje potječu od promjena izvora onečišćenja u širem području, reda veličine nekoliko stotina do tisuću kilometara u promjeru. Osnovni uvjet za lokaciju takve stanice je nenaseljenost okoline, kako bi se izbjegli lokalni

izvori nečistoće. Stanice za mjerenje onečišćenja zraka na Meteorološkoj stanici Lastovo (otok) i na Meteorološkom opservatoriju Instituta za fiziku atmosfere JAZU na Puntijarki (1000 m) možemo smatrati regionalnim stanicama za mjerenje onečišćenja zraka, a radi usporedbe rezultata takve stanice su postavljene i na Meteorološko-aerološkom opservatoriju Zagreb-Maksimir i na Meteorološkom opservatoriju Zagreb-Grič.

U mjesečnim uzorcima zraka određuju se kloridi, dušik u obliku amonijaka, sulfati, ioni natrija, kalija, kalcija i magnezija, a u mjesečnom uzorku oborine osim navedenih elemenata određuje se još dušik u obliku nitrata, pH i električna provodljivost. Metode analize su standardne titrimetrijske, spektrofotometrijske i plameno-fotometrijske metode. Kloridi se određuju titracijom sa živinim nitratom uz indikator difenilkarbazon. Amonijak se određuje tako da se spektrotometrijski mjeri žuta obojenost nastala nakon dodataka Nesslerova reagensa i natrijeve lužine destilatatu. U ostatak nakon destilacije doda se Devardova legura, koja reducira nitrat u amonijak, koji se onda odredi na prije opisani način. Sulfati se određuju titracijom s barijevim perkloratom uz torin kao indikator. Prije titracije u uzorku se mora odstraniti kalcij pomoću ionskih izmjenjivača i uzorak se mora ispariti do suhog. Kalcij, magnezij, natrij i kalij određuju se plameno-fotometrijski. Električna provodljivost mjeri se pomoću konduktometra, a pH se mjeri pomoću standardnog instrumenta upotrebljavajući staklenu elektrodu.

Tablica 1

Srednje vrijednosti koncentracije aniona i kationa i električna provodljivost u mjesečnim uzorcima oborina za razdoblje 1971—1972 god.

	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Električna provodlj. μS/cm
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Maksimir	0,67	2,65	3,70	6,69	0,50	0,35	8,11	0,61	65,8
Puntijarka	0,38	1,48	3,62	3,64	0,53	0,29	1,42	0,29	28,1
Lastovo	0,19	1,87	17,19	5,03	5,62	0,68	1,22	1,79	30,3

Usporedimo li električne provodljivosti uzoraka oborine s Meteorološko-aerološkog opservatorija Zagreb-Maksimir i Meteorološkog opservatorija Instituta za fiziku atmosfere JAZU Puntijarka, koji su pokazatelj za ukupnu koncentraciju iona u uzorcima oborina, vidimo da su uzorci oborina s Meteorološkog opservatorija Instituta za fiziku atmosfere JAZU na Puntijarci mnogo čišći. Koncentracije u mg/l amonijaka, nitrata, sulfata, iona kalcija su mnogo veći u uzorcima oborina s Meteorološko-aerološkog opservatorija Zagreb—Maksimir.

Uspoređujući koncentracije iona u uzorcima oborina sakupljenih u zimskim i ljetnim mjesecima, vidimo da su veće razlike u koncentracijama iona u uzorcima oborine u zimskim nego u ljetnim mjesecima. Osobito su uočljive razlike u koncentracijama sulfata i nitrata, tako je u

Tablica 2

Srednje vrijednosti koncentracije iona i električne provodljivosti u mjesečnim uzorcima oborina, zima 1972/73 g.

	NH ₄ ⁺ NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺			
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	μs/cm	
Maksimir	1,36	11,23	13,92	4,61	0,59	0,35	6,90	1,04	61,4
Puntijarka	1,03	4,15	2,63	2,91	0,13	0,12	0,41	0,44	27,8

Tablica 3

Srednje vrijednosti koncentracije iona i električne provodljivosti u mjesečnim uzorcima oborina, ljeto 1972 god.

	NH ₄ ⁺ NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺			
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	μs/cm	
Maksimir	0,73	1,63	5,17	3,30	0,27	0,50	4,50	0,64	55,1
Puntijarka	0,38	1,09	3,42	3,40	0,17	0,29	1,12	0,31	21,0

uzorcima oborina u Maksimiru u zimskim mjesecima srednja koncentracija nitrata bila 11,23 mg/l, a u ljetnim mjesecima 1,63 mg/l, u uzorcima oborina na Puntijarki u zimskim mjesecima srednja koncentracija nitrata bila je 2,63 mg/l, a u ljetnim mjesecima 1,09 mg/l. Slični rezultati dobiveni su i za koncentracije sulfata, tako je u zimskim mjesecima u uzorcima oborina s Meteorološkog opservatorija Zagreb—Grič srednja koncentracija sulfata bila 15,84 mg/l, u uzorcima oborina s Meteorološko-aerološkog opservatorija Zagreb—Maksimir bila 13,92 mg/l, a u uzorcima s Meteorološkog opservatorija Instituta za fiziku atmosfere JAZU na Puntijarki svega 2,63 mg/l. Visoke su koncentracije sulfata i nitrata u zimskim mjesecima na stanicama Grič i Maksimir zato što oni nastaju u procesu izgaranja fosilnih goriva.

Električna provodljivost u uzorcima oborina s Lastova je najveća (tablica 1). U tim uzorcima nalazimo velike količine klorida, te iona natrija i magnezija. Ti ioni imaju meritimno porijeklo i normalno se ne smatraju zagađivačima.

Ako uzmemo u obzir i količinu oborina, na Lastovu su nađene koncentracije od 883 mg Na⁺/m². To su velike koncentracije i treba ih uzeti u obzir pri promatranju salinizacije tla.

Na istim stanicama sakupljeni su i mjesečni uzorci zraka. Kao apsorpcijska otopina upotrebljava se otopina, koja u 1000 ml redestilirane vode sadržava 10 ml 30% vodikova peroksida i 0,13 ml koncentrirane dušične kiseline. U uzorcima zraka određuje se amonijak, sulfati, kloridi, ioni natrija, kalija, kalcija i magnezija. Metode analize su iste kao i za uzorke oborina.

Tablica 4
Mjesečne koncentracije iona natrija, magnezija i klorida u uzorcima oborina u 1972. god.

	mg Na ⁺ /l		mg Cl ⁻ /l		mg Mg ⁺⁺ /l	
	Puntij.	Lastovo	Puntij.	Lastovo	Puntij.	Lastovo
Siječanj	0,50	4,00	4,25	15,03	0,11	0,82
Veljača	0,14	4,30	3,54	12,62	0,14	0,91
Ožujak	0,37	5,00	3,40	15,46	0,29	1,82
Travanj	0,19		3,69	18,57	0,29	1,90
Svibanj	0,04	6,10	4,11	17,02	0,19	1,59
Lipanj	0,35	7,10	3,54	20,42	0,42	2,00
Srpanj	0,10	3,80	3,12	13,04	0,22	1,10
Kolovoz	0,07	2,80	3,26	10,07	0,19	0,65
Rujan	0,17	3,00	3,69	13,19	0,40	1,00
Listopad	0,14	3,00	3,17	12,76	0,29	0,74
Studeni	0,10	13,00	2,94	33,98	0,22	2,82
Prosinac	0,17	8,80	2,82	24,11	0,32	1,90

Tablica 5
Srednje vrijednosti koncentracija iona u mjesečnim uzorcima zraka za razdoblje 1971—1972. god.

	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³
Maksimir	15,6	22,6	274,8	3,7	2,4	18,9	3,4
Puntijarka	12,2	18,5	14,4	1,6	1,0	22,6	3,0
Lastovo	8,2	34,2	24,1	4,3	5,8	9,4	1,4

Najveće razlike u koncentraciji iona u uzorcima zraka nađene su kod sulfata, tako je srednja koncentracija sulfata na Meteorološko-aerološkom opservatoriju Zagreb—Maksimir bila 275 μg/m³, a na uzorcima s Meteorološkog opservatorija Instituta za fiziku atmosfere JAZU Puntijarka svega 14 μg/m³. Razlike u koncentraciji sulfata u ljetnim i zimskim mjesecima veoma su velike, a najveće koncentracije nađene su u zimskim mjesecima na Meteorološkom opservatoriju Zagreb—Grič.

Možemo zaključiti da su uzorci oborina i zraka s Meteorološkog-opservatorija Instituta za fiziku atmosfere JAZU Puntijarka (1000 m) mnogo čišći od uzoraka s Meteorološko-aerološkog opservatorija Zagreb—Maksimir, jer su koncentracije amonijaka 43% veće, nitrata 44% veće, sulfata 56% veće i iona kalcija 99% veće u uzorcima oborina iz Maksimira, a koncentracije amonijaka 26% veće, sulfata 95% veće u uzorcima zraka iz Maksimira.

Summary

STUDY OF BACKGROUND POLLUTION OF AIR AND PRECIPITATION

Following the recommendation of the World Meteorological Organization concerning a special network of regional stations for the control of background pollution of air and precipitation, in July 1971 the following four stations were installed: at the Meteorological Observatory of the Institute of Atmospheric Physics on Puntijarka (1000 m), at the Meteorological Station on the island of Lastovo, and for the sake of comparison of results also at the Meteorological Aerological Observatory Zagreb—Maksimir and Zagreb—Grič. In monthly samples of air and precipitation taken at the Meteorological Aerological Observatory Zagreb—Maksimir and at the Meteorological Observatory of the Institute of Atmospheric Physics Puntijarka large differences were found in the concentration of NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} and Ca^{++} ions, particularly between summer and winter months. In the samples from the Meteorological Station Lastovo large quantities of chlorides and of sodium and magnesium ions were found.