

UDK 911.3:504 (497.113 "Novi Sad") = 861

Živan Bogdanović I, Rade Davidović II

ODNOS KLIMATSKIH ČINILACA I AEROSEDIMENTACIJE U NOJOM SADU

Uvod

Aerosedimentacija, kao posledica zagađenja vazduha, na teritoriji grada Novog Sada, se prati putem kontinuiranog merenja, pet godina, od 1981. do 1985. godine.^{***} Aerosedimentacija je praćena na 17 mernih mesta, kojima je "pokriven" širi prostor gradskog područja. U ovom radu koristiće se podaci 10 mernih taćaka na području grada Novog Sada i Petrovaradina. Gradska zajednica Novi Sad zahvata teritoriju nekadašnje opštine Novi Sad u ćijem se sastavu pored Novog Sada nalazi još 16 naselja.

Osnovne geografske karakteristike gradskog područja Novog Sada

Administrativno gradsku zajednicu opština (G.Z.O.) Novi Sad ćini sedam opština, od 1980. godine, i to: Stari grad, Liman, Podunavlje, Detelinara, Slavija, Petrovaradin i Sremski Karlovcii. Prvih pet opština ubuhvata gradski prostor Novog Sada sa deset prigradskih naselja, dok opština Petrovaradin obuhvata sam grad Petrovara-

^o Dr.geogr., docent, Institut za geografiju, PNF, 21000 Novi Sad, Veljka Vlahovića 1

^{oo} Dr.geogr., izredni profesor, Institut za geografiju, PNF, 21000 Novi Sad, Veljka Vlahovića 1

^{ooo}Rezultati merenja preuzeti iz studije: Projekat kod SIZ-a za naućni rad Vojvodine

Istraživanja u oblasti prerade i prećištćavanja industrijskih otpadnih voda i suzbijanje aerozagaćenja, tema, Analitićka ispitivanja aerozagaćenja i razvoj postupka za smanjenje zagaćenja, uz odobrenje nosioca teme, dr.Ćaal Ferencii, prof. Instituta za hemiju, PNF-a u Novom Sadu

din sa još tri naselja, a opština Sremski Karlovci u svom sastavu ima i naselje Karlovački Vinogradi.

Površina G.Z.O. Novi Sad iznosi 753 km², što čini 3,5 % od teritorije SAP Vojvodine. Na ovoj površini je po poslednjem popisu (1981. godine) živeo 258.132 stanovnika, što predstavlja 12,7 % od populacije Vojvodine. Iz ovoga proizilazi gustina naseljenosti od 342 stanovnika/km², što je daleko više od proseka za Vojvodinu, koji iznosi 94 stanovnika/km².

Budući da gradski prostor Novog Sada i Petrovaradina u urbanom pogledu čine jedinstvenu celinu, odlučeno je da se na ovom području prikaze stanje zagađenosti vazduha, putem prikupljanja uzoraka aerosedimentacije i njihove analize.

Površinu G.Z.O. Novi Sad razdvaja Dunav, na bački i sremski deo. Bački deo (gradsko područje Novog Sada) je tipično ravničarski, dok je sremski (područje Petrovaradina i Sremskih Karlovaca) brdovito-planinski. Pripada severnim padinama Fruške Gore.

Relevantni klimatski elementi i aerozagađenje na teritoriji G.Z.O. Novi Sad

Većina klimatskih elemenata deluje, bilo pozitivno ili pak negativno, na aerozagađenost nekog prostora. Na aerosedimentaciju, kao posledicu zagađenosti vazduha u najvećoj meri utiču vetrovi i padavine.

Padavine se prikazuju kao srednje vrednosti za tri meteorološke stanice: Rimski šančevi (84 m n.v.), Sremska Kamenica (150 m n.v.) i Iriski Venac (444 m n.v.) i to za 20-to godišnji period (5,59 odeljak Klima...).

Godišnja suma padavina za G.Z.O. Novi Sad je 686 mm. Najviše se padavina izluči u junu 86 i maju 73 mm, kada je i glavni maksimum. Sporedni maksimum je u decembru 69 i novembru 65 mm taloga. Tokom jesenjih meseci je glavni minimum. Septembar prima 40, a oktobar 41 mm, dok je sporedni minimum u martu, koji prima 45 mm taloga. Ipak

padavine se dosta ravnomerno izlučuju. One u velikoj meri ubrzavaju aerosedimentaciju, bilo da se izlučuju u obliku kise, ili u obliku snega (zimi) i tako doprinose pročišćavanju vazduha.

Tabela 1: Srednje mesečne i srednja godišnja suma padavina na teritoriji G.Z.O. Novi Sad

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnje
49	51	45	57	73	86	64	46	40	41	65	69	686

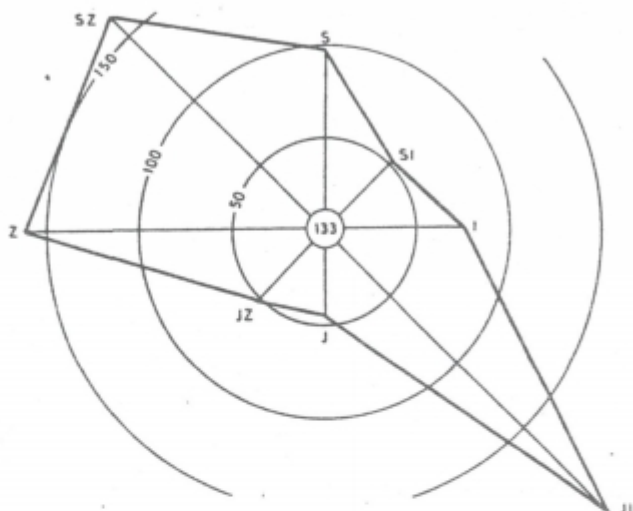
Vetar je jedan od najvažnijih klimatskih elemenata, naročito kada se radi o aerouzagađenosti i aerosedimentaciji.

Tabela 2: Čestina pravca vetrova i tišina (u %) i srednja jačina vetrova u G.Z.O. Novi Sad

Pravac	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C(tišine)
Čestina	97	51	75	217	46	51	163	167	133
Jačina	2,6	2,3	2,3	2,8	2,2	1,9	2,4	2,7	-

Dominantan vetar, što jasno pokazuje prilog br. 1, je jugoistočni (SE), čija je srednja učestalost 217 %. Ovaj vetar poznat je pod nazivom kosava. Najveću frekvenciju ima od septembra do aprila. Po učestalosti ističu se meseci oktobar, april i septembar. Na drugom mestu po učestalosti je severozapadni vetar (NW) sa 167%. Ovaj vetar pretežno duva leti i u drugoj polovini proleća. Značajan je i

zapadni vetar (W), koji po učestalosti dolazi na treće mesto. Njegova učestalost je 163 ‰, a duva pretežno zimi, naročito u februaru. Vetrovi iz ostalih pet pravaca se znatno ređe javljaju.



Prilog 1 - Ruža vetrova u Novom Sadu, prema podacima meteorološke stanice Rimski ćančevi

čestina i pravci vetrova u uporedbi sa lokacijom aerouzagađilaca i mesta uzimanja uzoraka aerosedimentacije, nameću odgovor o rasporedu i iznosu aerosedimentacije na pojedinim sektorima gradskog područja. Napomenimo i to da vetrovi raznose, a tišine koje su dosta česte tokom najtoplijih i najhladnijih dana, pogoduju zadržavanju i taloženju aerosola.

Pored navedenih klimatskih elemenata na aerouzagađanja nepovoljno deluju i magle. One su najčešće u zimskim mesecima januaru, februaru i decembru.

Uzroci i izvori zagađenja vazduha

Vazduh je neophodna i podjednako važna komponenta za život na Zemlji koliko i Sunce i voda. Pomenimo samo detalj, da bez kiseonika koji je najvažniji sastojak vazduha čovek ne može da živi duže od 5 minuta (3,6).

Zagađenje vazduha naglo se povećava razvojem industrije i postaje problem koji čovečanstvo mora rešavati da bi sačuvalo opstanak života na zemlji. Ali industrija nije jedina. Prema dosadašnjim saznanjima među najvažnije zagađivače vazduha u urbanim područjima, pored industrije su: energetika, ložišta u gradovima, saobraćaj i deponije smeća.

Industrija i energetika deluju udruženo. Energetska postrojenja (termoelektrane i toplane) emituju u najvećim količinama pepeo i sumpor-dioksid. Industrijski zagađivači^{*} vazduha i celokupne čovekove okoline su u najvećoj meri: hemijska industrija, metalurgija, industrija građevinskog materijala, drvna, tekstilna industrija, zatim industrija papira itd.

Ložišta u gradovima emituju zagađivače iz kotlarnica centralnog grejanja i individualnih peći za grejanje. Tu su najčešće leteći pepeo, koks i čađ, dok su gasoviti zagađivači ugljen-monoksid, sumporni oksidi, azotni oksidi i ugljen-vodonici.

Motorna vozila u službi gradskog i prigradskog saobraćaja jedan su od glavnih zagađilaca vazduha u mnogim urbanim područjima. Motori sa unutrašnjim sagorevanjem emituju u atmosferu okside azota, ugljenmonoksida, ugljovodonike i jedinjenja olova.

Deponije smeća sa organskim i neorganskim otpacima naročito nepo-

*Zagađivači su fabrike, automobilski motori i sl. Oni proizvode zagađivače - polutanate

voljno deluju ako je njihova lokacija, u odnosu na dominantne vetrove, "nesrećno" rešena.

Izvori aerzagadenja u Novom Sadu i njihov razmeštaj

U grupu najvećih zagadilaca vazduha na području G.Z.O. Novi Sad, bez sumnje spada snažna novosadska industrija. Međutim, ovde odmah treba istaći da se osnovni zagadioci nalaze izvan gradskog područja, u industrijskoj zoni, 1-5 km severno od gradskog jezera (pored kanala). Pomenimo najvažnije. Pri ušću kanala u Dunav su: Rafinerija nafte, fabrika veštačkih đubriva, punionica butan-gas, mlin, nešto istočnije termoelektrana, a severnije gradska deponija smeća i kafilerija. Dalje, u pravcu zapada uz kanal se nalaze preostali OUR-i hemijske industrije, prehrambene, drvoprerađivačke industrije i drugo. Metaloprerađivačka industrija je locirana u Petrovaradinu, uz Futošku ulicu i u industrijskoj zoni. Pored toga što je gotovo sva industrija (pre svega ona što jače zagaduje životnu sredinu) izmeštena u industrijsku zonu, bitno je naglasiti da mnoge fabrike, vodeći računa o aerzagadenosti i ekonomičnosti, u procesu proizvodnje koriste butan (čak i u gradskim toplanama), rede mazut, a uglj kao najveći zagadivač, gotovo je potpuno izbačen.

Sagorevanje uglja međutim, nije se izbeglo u zagrevanju individualnih stambenih objekata u nekim centralnim i mnogim perifernim delovima grada. Ovaj izvor zagadenja vazduha leti je minimalan.

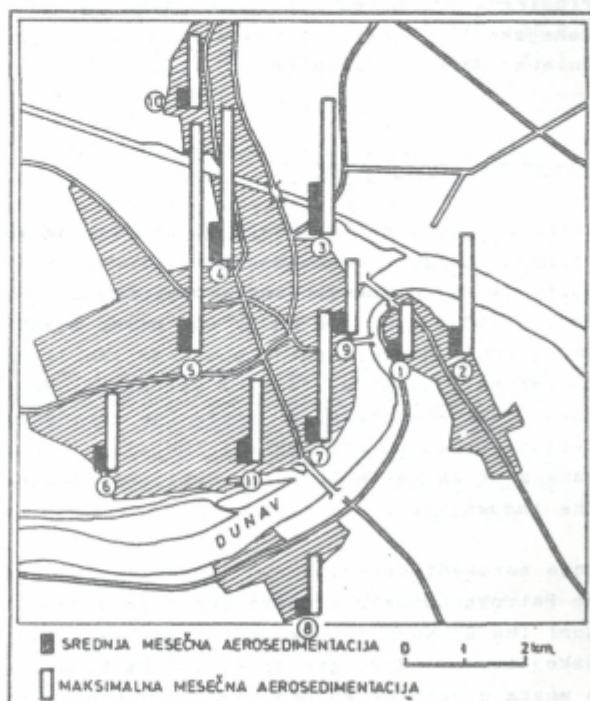
Automobilski saobraćaj je vrlo opasan, a veoma prisutan aerzagadilac u čitavom gradu, a naročito u njegovom severnom i severoistočnom delu, u okolini željezničke i autobuske stanice, duž bulevara 23 Oktobra, Temerinske ulice, Rumenaške, Futoške i drugih.

Raspored mernih mesta aerosedimentacije

Merna mesta aerzagadenosti na teritoriji G.Z.O. Novi Sad, postavljena su na preseccima kvadrata čije su stranice duge oko 2 km. Pri tome se nastojalo da ovom mrežom budu zahvaćena, sa aspekta aeroza-

gadenosti, sva značajna područja kao što su: industrijska zona, stambena zona, zona intenzivnog saobraćaja i slično. Mreža uzimanja uzoraka nije savršena jer na ponekim lokalitetima nisu postojale objektivne mogućnosti za postavljanje odgovarajućih pozuda (uzorkivača), a da to bude u skladu sa općim standardima (udaljenost od drveća, zgrada, neposrednih zagadilaca itd.).

Budući da je aerouzagađenost na području samoga grada znatno veća nego u okolnim naseljima, analizirane se podaci za 11 mesta (od ukupno 17) i to osam u Novom Sadu, dve u Petrovaradinu i jedna (kontrolna) na Fruškoj gori (4). Merna mesta prikazana na sk. 2 su sledeća:



Prilog 2 - Merna mesta i aerosedimentacija u Novom Sadu

1. Petrovaradinska tvrđava - pokraj hidrometeorološke stanice (zastićena zona)
2. fabrički krug "IMO Pobjeda" u Petrovaradinu (Kombinacija industrijske zone i zone čistog vazduha)
3. fabrički krug "RTB Bor" pored kanala (industrijska zona)
4. parkiralište autotransportnog preduzeća "25. maj" (industrijska zona)
5. bazen kraj hotela "Park" (kombinacija urbane i zastićene zone)
6. dvorište zgrade u Skadarskoj ulici br. 118/a, na Telepu (stambena zona niskih porodičnih kuća)
7. Raška ulica b.b. (kombinacija urbane zone i zone čistog vazduha)
8. Popovica - 100 m niže planinarskog doma - Fruška gora (zona čistog vazduha)
9. Pionirska 12, pored Dunavskog parka (urbana zona, centar grada)
10. čenejska 52, Klisa (stambena zona niskih porodičnih kuća)
11. Bulevar Marksa i Engelsa b.b. Liman IV (urbana zona).

Analiza uzoraka aerosedimentacije

Analizirajući podatke iz tabele 3, konstatuje se da su najugroženija područja kod mernih mesta (MM) 3 i 4, sa srednjom prosečnom vrednosti (\bar{X} sr) u višegodišnjem periodu, za 30 dana, od 12,8 g/m², kod MM 3, i 10,3 g/m² kod MM 4. Oba merna mesta se nalaze u industrijskoj zoni. Najugroženije područje (MM 3) nalazi se u području gde je rafinerija nafte, fabrika veštačkih đubriva, dok je malo istočnije termoelektrana, a severnije gradska deponija smeća i kafilerija. Drugo po ugroženosti (MM 4) je početak veće industrijske zone sa nekim OOUR-ima hemijske, prehrambene i drvno-prerađivačke industrije.

Najmanja aerosedimentacija po podacima prosečnih vrednosti, je predeo Petrovaradinske tvrđave (MM 1) izuzimajući Popovicu na Fruškoj gori (MM 8) koja je poslužila kao kontrolna tačka. Na Petrovaradinskoj tvrđavi \bar{X} sr iznosi 4,5, a na Popovici 3,7 g/m². Ostala merna mesta u urbanom su području i beleže srednje vrednosti aerosedimentacije, od 5,3 (MM 10) do 7,8 g/m² (MM 5), za 30 dana.

Tabela 3: Aerosedimentacija u Novom Sadu u periodu
1981 - 1985godine

Merno mesto	1981		1982		1983		1984		1985		Prosek Xsr
	Xs	Xm	Xs	Xm	Xs	Xm	Xs	Xm	Xs	Xm	
1.	3,7	6,9	5,3	9,2	4,5	14,2	3,6	11,2	5,6	10,1	4,5
2.	5,5	9,5	8,5	27,6	8,8	33,3	6,1	17,7	8,1	12,5	7,5
3.	15,4	29,5	15,1	26,2	14,3	22,4	7,4	15,7	12,2	35,4	12,9
4.	6,7	13,5	8,9	26,6	11,6	31,8	10,4	23,6	13,7	37,9	10,3
5.	6,8	7,5	14,1	60,9	7,4	19,7	4,7	15,0	5,8	13,9	7,8
6.	4,2	5,5	6,4	12,3	10,5	12,4	5,9	21,1	7,2	17,3	6,9
7.	4,6	6,1	10,5	35,1	5,5	11,6	4,2	11,1	6,8	16,8	6,3
8.	-	-	2,9	4,9	4,1	9,4	4,2	15,4	3,8	12,6	3,8
9.	-	-	6,6	8,7	6,8	11,3	6,7	20,5	7,3	19,2	6,7
10.	-	-	3,5	5,3	5,9	19,6	5,3	18,7	6,4	15,9	5,3
11.	-	-	2,9	4,2	5,4	12,8	7,6	20,7	9,3	21,8	6,3

Legenda: Xs - Srednja godišnja aerosedimentacija (g/m² za 30 dana)
Xm - Maksimalna aerosedimentacija (g/m² za 30 dana)
Xsr - Prosečna aerosedimentacija za visegodišnji period
Sveukupni prosek za sva merna mesta G.I.O. Novi Sad, iznosi 7,2 g/m², uračunavajući šire područje, van Novog Sada i Petrovaradina (4,40). To iznosi nešto preko 50 % granične vrednosti od 13,5 g/m². Područja veće sedimentacije od 13,5 g /m² smatraju se ugroženim.

Od 10 mernih mesta kod 3 se i u prosečnim vrednostima (Xs) pojavljuje veća aerosedimentacija od granične vrednosti. Kod MM 3, povećana je aerosedimentacija 1981. (15,4 g/m²), 1982. (15,1 g/m²) i 1983. (14,3 g/m²). Kod MM 4 povećana vrednost zabeležena je 19 85. godine (13,7 g/m²) i kod 5, 1982. (14,1 g/2). Kod ostalih mernih mesta tokom svih godina srednje godišnje (Xs) su bile ispod graničnih.

Pri analizi maksimalnih vrednosti aerosedimentacije (Xm) zapaženo

je da se ona javlja kod svih mernih mesta iznad granične vrednosti, počevši od MM 1, gde se pojavljuje jednom, do MM 3 gde se pojavila u toku svake godine.

Na Petrovaradinskoj tvrđavi, MM 1, vrednost X_m je bila veća od granične samo 1983. godine i iznosila je 14,2 g/m². Po ovim merilima opet je najugroženija industrijska zona (MM 3) gde su ove vrednosti uvek bile veće od graničnih i kretale se od 15,7 (1984. god.) do 35,4 g/m² (1985. godine). Nesto manje, po dva pojavljivanja u toku merenog perioda, u odnosu na granične vrednosti, imali su delovi grada Telep (MM 6), Liman II (MM 7) i deo oko Dunavskog parka (MM 9).

Pored navedenog, od velikog je značaja i saznanje, koji su elementi istaloženi prilikom aerosedimentacije. U svakom uzorku su prisutni, kao glavne komponente: Si, Ca, Mg, Al i Fe (4,42). Rezultati uporedne kvalitativne spektrografske analize pokazuju da se još pojavljuju elementi, po učestalosti ovim redom: Na, Ti, Mn, Pb, Cr, Cu, Ni, Va i Sn.

Od interesa za urbanu sredinu, i ne samo isključivo za nju, je i količina toksičnih metala u aerosedimentima. Ova količina određena je atomskom apsorpcionom metodom za: Zn, Mn, Pb, Cu, Ni, Cr i Cd za reprezentativnu mernu tačku (MM 5), pored hotela "Park, što predstavlja orijentaciono centralni deo urbanog područja (5,46). Podaci ovog merenja toksičnih metala upoređeni su sa podacima kontrolnog merenja na Popovici (MM 8) i prikazani u tabeli 8.

Tabela 4: Toksični metali na MM 5 i MM 8

Metal	Zn	Mn	Pb	Cu	Ni	Cr	Cd
mg/m ² za 30 dana							
MM 5	5,37	2,84	1,30	0,58	0,41	0,15	0,024
MM 8	0,32	1,35	0,47	0,15	0,20	0,00	0,004

Iz tabele se može zaključiti da je količina toksičnih metala u gradu 2 do 4 puta veća nego na Fruškoj gori. Vrednosti kod izmerenih količina Cd i Cr, kako sami istraživači kažu "treba uzeti sa rezervom", jer su rezultati "bili blizu donje granice detekcije metode (4,47)". Ohrabrujuće je da prikazane vrednosti toksičnih metala ne prelaze granične vrednosti, mada pojedini godišnji proseci nisu zanemarjujući (4,47).

Zaključak

Na osnovu analize aerosedimentacije može se zaključiti da je aerozagadenost u Novom Sadu problem koji se ne sme zanemariti. Istina, prosečna višegodišnja aerozagadenost manja je od granične vrednosti. Međutim, srednje vrednosti tokom pojedinih godina premašuju granicu tolerantnosti. Ali, maksimalne mesečne vrednosti aerosola, u svim delovima grada, premašivala su granične vrednosti. To znači da borbu, koja se u Novom Sadu već vodi, treba nastaviti. Preostalu industriju koja zagađuje vazduh, neophodno je iz grada preseliti u industrijsku zonu, koja je, u odnosu na dominantne vetrove, dobro locirana.

Saobraćaj je problem koji će se, u vezi sa zagadjenjem vazduha, teško prevazići u dogledno vreme. Za sada se može razmišljati o daljem izmestanju tranzitnog saobraćaja i eventualnom uvođenju tramvajskog i trolejbuskog saobraćaja.

Veće aerozagadenosti često nastaju zimi, kada se pored uobičajenih zagađivača u vazduhu pojavljuje veća količina dima i čađi iz ložišta porodičnih kuća. Za vreme tišine (vreme bez vetra) i magle, nad gradom se pojavi smog, koji otežava disanje i ugrožava živote, naročito srčanih bolesnika i onih sa obolelim respiratornim organima. Stoga u narednom periodu posebnu pažnju treba posvetiti rešavanju pomenutog problema.

Literatura

1. Slavoljub Popović: Zaštita vode i vazduha od zagađivanja, "Književne novine", Beograd 1975.
2. Dinko Tuhter: Zagađenje zraka i vode, "Svijetlost", Sarajevo, 1984.
3. Milica Kovačević i sar.: Izvori zagađivanja i čuvanje kvaliteta vazduha, "Rad", Beograd, 1977.
4. Analitička ispitivanja aerozagađenja i razvoj postupka za smanjenje zagađenja, Institut za hemiju u Novom Sadu (rukopis)
5. Novi Sad: Geografska monografija, Institut za geografiju u Novom Sadu (rukopis)

Ž. Bogdanović and R. Davidović

THE RELATION BETWEEN CLIMATE AND AIR SEDIMENTATION IN NOVI SAD

Summary

On the basis of air-sedimentation analyzes conclusion can be made that air pollution in Novi Sad is a problem that should not be neglected. The truth is that the average air-polution measured throughout many years is smaller than limit values. However, middle values during particular years are bigger than allowable limit. But the maximum monthly values of aerosol were bigger than the limit values in all parts of the city. That means that the fight against air-polution in Novi Sad must be continued. The industry which still pollutes the air must be moved out of the city in the industrial area, which is well located, considering the prevailing winds.

The air pollution caused by the traffic is a problem which will be difficult to solve before long. At this point we can think only of turning the transit traffic out of the city and eventually to initiate trams and trolley-busses.

The air pollution is often bigger during the winter. In addition to usual air polluters there is more smoke and lamp-black in the air because of the individual heating. During the calm weather (the weather without the wind) and the fog, appears the smog which causes breathing problems and menace the existence, especially of those people who have heart and respiratory diseases. That's why we should draw special attention to solving the above mentioned problem in the future.