

Stevo K. Jaćimovski^{1*}, Jelena Lamovec², Jovan P. Šetrajčić^{3,4}

¹Kriminalističko-policijski univerzitet, Zemun – Beograd, Srbija, ²Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Beograd, Srbija, ³Univerzitet „Union – Nikola Tesla“, Fakultet za sport, Novi Beograd, Srbija, ⁴Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Banja Luka, Republika Srpska – BiH

Naučni rad

ISSN 0351-9465, E-ISSN 2466-2585

UDC: 502.3:504.5:621.43.064: 517.95

doi: 10.5937/zasmat2002104J



Zastita Materijala 61 (2)
104 - 109 (2020)

Prostorno-vremensko prostiranje aerozagađenja iz tačkastog izvora – kvazi 1D model

IZVOD

Problem zagađenja – posebno vazduha u velikim gradovima, nastao je naglim tehnološkim razvojem. U radu je analizirano prostiranje zagađenja vazduha koji potiče iz periodičnih tačkastih izvora. Zagađenje se razmatra kao kvazi jedno-dimenziono usmereno od izvora, za slučaj kada nastaju difuzijski procesi, apsorpcija i protok vazduha. Parcijalna diferencijalna jednačina koja opisuje sve date procese numerički se rešava za usvojene realne parametre pomenutih procesa. Određena je vremenska promena koncentracije aero-zagađenja sa udaljenjem od njenog izvora.

Ključne reči: Aero-zagađenje, periodični tačkasti izvor, kvazi 1D prostiranje, difuzijski procesi, apsorpcija, protok vazduha, prostorno-vremenska distribucija.

1. UVOD

Smatra se da kvalitet vazduha u urbanim sredinama ima veći uticaj na zdravlje stanovništva u odnosu na druge faktore životne sredine i da zagađivači spoljnog vazduha predstavljaju jedan od najvažnijih uzroka zdravstvenih problema uopšte. Brojna epidemiološka ispitivanja pokazala su da je zagađenje vazduha u obliku čestica koje se mogu udisati povezano sa povećanjem morbiditeta i smrtnosti od respiratornih i kardiovaskularnih bolesti. APHEA projekat „Zagađenje vazduha i zdravlje: evropski pristup“ [1] jedna je od epidemioloških studija u kojoj se prate kratkotrajni efekti aerozagađenja prema nekim zdravstvenim parametrima. Posebna pažnja posvećena je dnevnoj promenljivosti funkcije pluća, učestalosti nege u bolnici i smrtnosti. Na primer, u Parizu je rizik od smrtnosti zbog respiratornih bolesti porastao na 17 %, sa 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ prirasta lebdećih čestica. Lebdeće čestice, crni dim i sumpor dioksid (SO_2) povezani su sa hitnom hospitalizacijom respiratornih pacijenata. Studija u Španiji utvrdila je da su oksidi, posebno azot dioksid (NO_2) i ozon, povezani sa smrtnošću od kardiovaskularnih bolesti, naročito tokom leta. Takođe je utvrđen kancerogeni uticaj mnogih toksičnih jedinjenja.

Do sada je identifikovano nekoliko stotina različitih zagađivačkih materija (najznačajniji i najčešći su prikazani u tabeli 1). Kvalitet vazduha određuje se koncentracijom zagađivačkih jedinjenja (zagađivača) u vazduhu ili njihovim taloženjem na površinu u toku određenog vremena. Koncentracija zagađivača je masa, zapremina ili količina materije koja se nalazi u određenoj masi, zapremini ili količini vazduha.

Tabela 1. Najznačajnija i najčešća zagađivačka jedinjenja i izvori tog zagađenja

Table 1. The most significant and common pollutant compounds and their sources

Zagađivačko jedinjenje	Glavni izvor zagađenja
Sumpor dioksid SO_2	Sagorevanje uglja, nafte, teška metalurgija i prateća industrija
Vodonik sulfid H_2S	Hemijski procesi, rafinerije
Ugljen monoksid CO	Sagorevanje
Azot oksidi NO_x	Sagorevanje
$\text{C}_n \text{H}_{n+2}$	Isparavanje tečnih goriva i izduvni gasovi
Čađ	Sagorevanje
Suspenzije čestica	Tehnološki procesi, kamenolomi, proizvodnja cementa
Isparenja organskih jedinjenja	Hemijski procesi, proizvodnja nafte, distribucija benzina

*Autor za korespondenciju: Stevo Jaćimovski

E-mail: jovan.setrajcic@gmail.com

Rad primljen: 16. 12. 2019.

Rad prihvaćen: 26.03. 2020.

Rad je dostupan na sajtu: www.idk.org.rs/casopis

Pored koncentracije zagađujućih jedinjenja iz izvora zagađivača, kvalitet vazduha na jednom području takođe je određen meteorološkim elementima i uslovima: stanje vazdušnog pritiska, smer i brzina vetra, vrtložne struje, vlažnost vazduha, prisustvo magle, količina kiša, temperatura vazduha i inverzija temperature. Najveća koncentracija zagađujućih jedinjenja se širi vodoravno u pravcu vetra. U periodima „tišine“ – nepostojanja kretanja vazduha, sva zagađujuća jedinjenja ostaju u naseľenom području. U nižim nivoima atmosfere vazduh je topliji i pomera se prema gornjim, hladnijim, slojevima koji omogućavaju normalnu disperziju. Međutim, u uslovima brzog hlađenja dolazi do inverzije **zemljine** temperature. Prizemni vazduh je hladniji od vazduha u višim slojevima, pa disperzija nije moguća. Nizak vazdušni pritisak, odsustvo vetra, visoka vlažnost vazduha, izmaglica i temperaturna inverzija smanjuju raspodelu zagađujućih jedinjenja u visini i daljini, drže ih u nivou tla i koncentrišu se blizu izvora zagađenja. Moguće je da se smog formira zajedno sa jedinjenjima koja su izuzetno toksična i opasna za ljudsko zdravlje. Nivo zagađujućih jedinjenja određuje se merenjem [1,2].

Zagađenje vazduha se može preneti na velike udaljenosti u poređenju sa mestom izvora. Udaljenost zavisi od brzine distribucije (difuzije) zagađenih vazdušnih masa i brzine taloženja zagađujućih jedinjenja. Zbog svega toga, potrebno je definisati prognozu prostiranja aerogađenja u datim uslovima. Ovo se postiže modelovanjem i to smo preliminarno učinili ove godine [3], a rezultate prikazujemo u ovom radu.

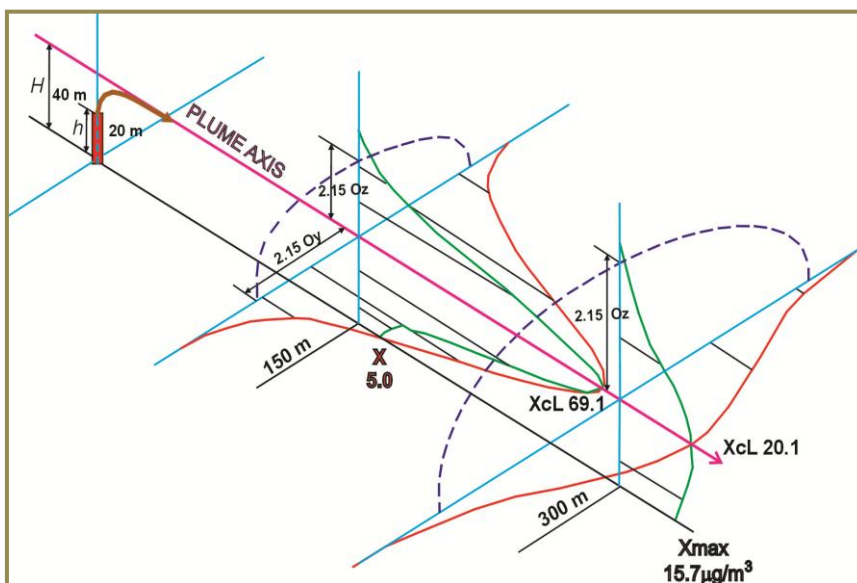
Za procenu prostiranja zagađenja vazduha neophodno je poznavati: kvalitet (fizička i fizičko-hemijska svojstva) zagađujućih jedinjenja i količinu

(iznos/učešće), od čega zavisi dejstvo svakog zagađivača pojedinačno.

2. MODELOVANJE PROSTORNO-VREMENSKE DISTRIBUCIJE AERO-ZAGAĐENJA

Procesi prostiranja čestica u atmosferi od velikog su interesa za mnoga područja ljudske aktivnosti. Sazrevanje svesti o važnosti ovih procesa omogućilo je stalnost merenja u službi praćenja i prikupljanja podataka. Na osnovu rezultata merenja nastali su empirijski modeli zagađenja vazduha. Kasnije, uloženi su značajni napor u razvoju metoda za analizu difuzije čestica u okolnoj atmosferi. Rezultati ovakvih istraživanja primenjuju se za prognozu posledica prostiranja opasnih jedinjenja kada se dogodi vanredna situacija zbog različitih nezgoda i nesreća u kojima se razvijaju koncentrisana aerogađenja. Uprkos velikim naporima koji su uloženi u ova istraživanja, ne postoje opšte prihvaćeni modeli za analizu raspodele zagađenja u vazduhu. To je objektivno uslovljeno raznolikošću i složenošću ovih procesa. Zbog toga postoji veliki broj modela različitog tipa.

Klasični empirijski model je Paskuil-Gifordov model [4], dok se Berlandsov model može dati kao primer teorijskog modela turbulentne difuzije [2,4]. Unutar empirijskih modela, fizika procesa u atmosferi se gotovo u potpunosti ne uzima u obzir ili je vrlo grubo uključena. Danas najbolje rezultate, uslovno rečeno, daju polu-empirijski modeli. Ovdje je empirijski model dopunjen dobro razvijenim matematičko-numeričkim aparatima koji obuhvataju analizu veoma komplikovanih situacija i omogućavaju sintezu rezultata različitih eksperimenata, na primer meteoroloških i difuzijskih uslova istovremeno.



Slika 1. Gausov model čestične emisije od tačkastog izvora [2,6]

Figure 1. Gaussian model of particle emission from a point source [2,6]

Osnovne jednačine u ovim modelima dobijene su različitim aproksimativnim pristupom rešavanju jednačine turbulentne difuzije. U smislu matematičke obrade i tretiranja pomenutih procesa, modeli se mogu razvrstati na tri vrste: Gausove, Ojlerove i Lagrangeove [4–6]. Najjednostavniji model za izračunavanje koncentracije čestica/nečistoća pri tlu je statistički Gaussov model. U osnovi ovog modela nalazi se pretpostavka da čestice koje izbacuju neprekidni tačkasti izvori stvaraju oblak dima u kojem se distribucija čestica pokorava normalnoj Gaussovoj raspodeli (slika 1).

U ovom modelu informacije o brzini vetra uzimaju se kao parametar sa najbliže meteorološke stanice i pretpostavlja se da se brzina održava tokom vremena potrebnog za prenošenje čestica nečistoće na rastojanje 20 – 30 km. Dobijeno je da oblik disperzije koja opisuje rasipanje oblaka čestica direktno zavisi od udaljenosti od izvora. Zbog pretpostavke da je vertikalno i horizontalno rasejanje čestica međusobno nezavisno i da se komponente brzine vetra ne uzimaju u obzir, pokazalo se da su nedostaci ovog modela što se u početnom trenutku uzima se da je koncentracija čestica u izvoru beskonačno visoka i da nije moguće izračunati koncentracije čestica za malu brzinu vetra (manju od 1 m/s).

Ojlerov model zasnovan je na rešavanju poluempirijske jednačine turbulentne difuzije [5]:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -\vec{V} \cdot \nabla q + \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial q}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial q}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial q}{\partial z} \right), \quad (1)$$

gde $\vec{V} \cdot \nabla q$ definiše odgovarajuću komponentu jednačine, k_x , k_y i k_z su koeficijenti turbulentne difuzije, a q je srednja vrednost koncentracije nečistoća. Ova model prostiranja nečistoća uzima u obzir osnovne karakteristike ovog procesa: prenos čestica duž pravca konvekcije/protoka, turbulentnu difuziju, konvekciju, prostorno-vremensku nehomogenost parametara raspršivanja, interakcije čestica sa površinom zemlje, itd.

Ojlerov model omogućava izračunavanje koncentracije čestica na području udaljenom 50 km od tačke i drugih izvora koji kontinuirano zrače nečistoće, pod proizvoljno meteorološkim uslovima, iznad površine tla proizvoljnog reljefa. Takođe, on daje podatke o koncentraciji nečistoća u slučaju vetra malih brzina, čak i u slučaju stabilnog vremena. Koeficijenti turbulencije zavise od brzine vetra, stanja atmosfere, površinskog reljefa i prelaska udaljenosti nečistoća iz posmatrane tačke – položaja izvora zagađenja:

$$k_z = U_z \frac{\kappa^2 h_{SBL}}{\ln(z_r / z_0)} \left(\frac{x}{x_1} \right)^b; \quad k_y = k_z P^{-1}, \quad (2)$$

gde U_z predstavlja brzinu vetra merenu na nadmorskoj visini z_r iznad nivoa tla, z_0 je odlika površinskog reljefa, κ je Karmanova konstanta, h_{SBL} je visina blizu osnovnog nivoa atmosferskog sloja, x je udaljenost koju je prešla čestica nečistoće od izvora do posmatrane tačke, x_1 je standardno rastojanje jednako 1000 m, b je eksponent funkcije snage, dok je P koeficijent anizotropije turbulencije [7]. Jednačina (2) opisuje prostornu raspodelu srednjih koncentracija kao i njihovu promenu u vremenu i u tom smislu predstavlja jedinačnu prognoze.

Analitički pristup rešavanju jednačina atmosferske difuzije veoma je složen problem, moguć jedino ako se iskoristi niz aproksimacija. Teškoće u rešavanju analitički navedenih jednačina javljaju se čak i za jednostavne slučajeve. Istraživanje atmosferske difuzije iznad površine sa složenim reljefom pretpostavlja promenu mnogih meteoroloških elemenata, što svaki pojedinačno, usložnjava i praktično onemogućava analitičnost rešenja. Stoga, numerički pristupi se nameću kao jedino moguće rešenje za integraljenje jednačina turbulentne difuzije. Bez obzira na kapacitete i mogućnosti računarskih resursa, za uspešno pronalaženje raspodele zagađenja vazduha potrebno je veoma razumno odabrati parametre jednačine.

3. REŠENJE ZA KVAZI 1D PROBLEM PROSTIRANJA AERO-ZAGAĐENJA

Ovaj deo je posvećen analizi prostiranja aerozagađenja u relativnoj blizini tačkastog izvora. Analiziraće se prostorna raspodela tačkastog zagađivača, kada se događaju procesi difuzije, apsorpcije i protoka vazduha. Ograničićemo se na kvazi linearan – 1D problem, jer nam je cilj da procenimo prostorno-vremensku raspodelu koncentracije od izvora aero-zagađenja prema datoj dinamici zagađenja. Iako se radi o izvesnoj idealizaciji odabirom kvazi-1D problema, to se nadoknađuje razmatranjem praktično svih mogućih fizičkih mehanizama koji deluju tokom prenosa zagađujućih čestica [8,9]. Takođe, izabrali smo (postulirali) funkciju izvora u analitičkoj formi, koja stvarno odražava njeno delovanje u toku rada jednog industrijskog postrojenja. Jednačina turbulentne difuzije opisuje relativnu količinu, odnosno koncentraciju aerozagađenja na datom – relativno bliskom rastojanju od izvora u toku vremena: $q \equiv q(t)$ i za posmatrani slučaj je sledećeg oblika [10,11]:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial x} - b^2 \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} + c q = A \varphi(t) \delta(x), \quad (3)$$

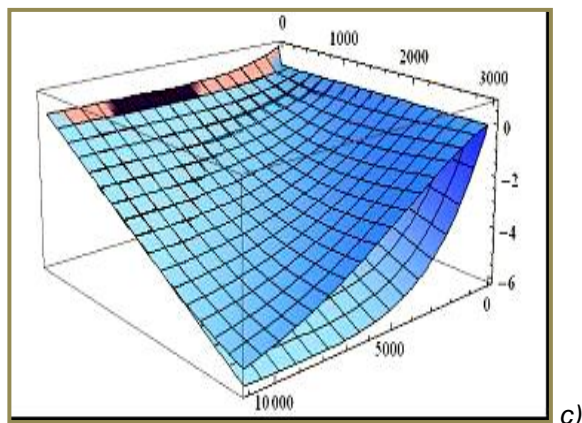
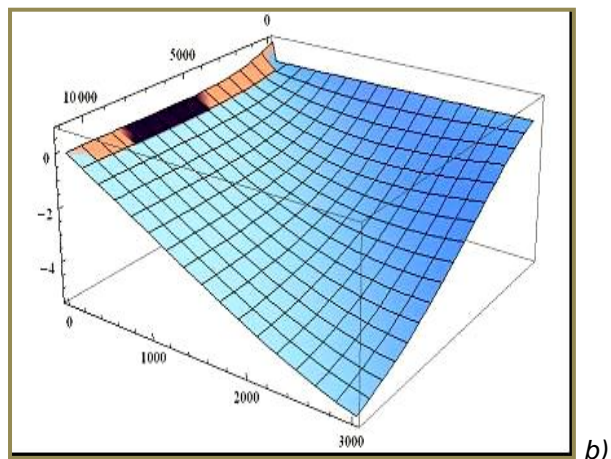
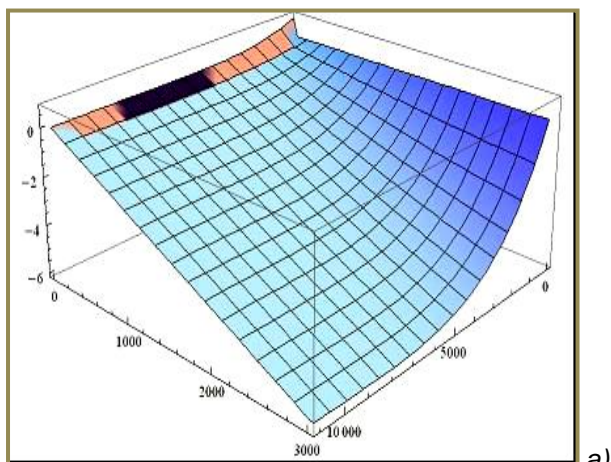
gde je u brzina vetra u pravcu i smeru x-ose, b je koeficijent difuzije nečistoća, $A\varphi(t)$ predstavlja funkciju količine emitovanih čestica nečistoća u

jedinici vremena, a c je koeficijent koji karakteriše apsorpciju čestica nečistoća (može se dobiti nakon hemijske analize atmosferskih procesa koji dovode do transformacije nečistoća i njihove apsorpcije).

Da bi proces, opisan jednačinom (3), postao realniji, pretpostavili smo da je $\varphi(t)$ periodična funkcija definisana [7] sledećim oblikom:

$$\varphi(t) = \begin{cases} 0, & t \in (0, t_1); & t_1 < 0; \\ 1, & t \in (t_1, t_2); & t_2 < 2T; \\ 0, & t \in (t_2, 2T); & t_2 > t_1. \end{cases} \quad (4)$$

Dakle, tačkasti izvor emituje toksična jedinjenja u intervalu $t_2 - t_1$. Granični i početni uslovi, u tom slučaju mogu da se izraze u formi: $q(\pm\infty, t) = 0$ i $q(x, \pm\infty) = 0$. Treba napomenuti da navedene (i postulirane) jednačine opisuju srednje vrednosti koncentracija. U jednačini (3) uzimamo sledeće vrednosti parametara: $u_1 = 1$ m/s, $u_2 = 4$ m/s, $b^2 = 3,5 \cdot 10^{-3}$ m²/s, $A = 10^{12}$ i $c = 2 \cdot 10^{-3}$. Prihvaćena vrednost za koeficijent difuzije odnosi se na CO₂. Numeričkim pristupom uz pomoć matematičkog paketa *Mathematica*, nađeno je traženo rešenje i grafički prikazano sledećim graficima na slici 2.



Slika 2. Prostorno-vremenska distribucija koncentracija nečistoća

Figure 2: Spatially-temporal distribution of pollutant concentration

Na slici 2a data je prostorno-vremenska raspodela za slučaj kada je brzina vetra 1 m/s, dok je na slici 2b data ista distribucija za slučaj kada ona iznosi 4 m/s. Na slici 2c prethodna dva slučaja su data zajedno radi lakšeg poređenja. Može se videti da koncentracija opada sa vremenom, sporija sa većim vrednostima brzine vetra. Takođe, koncentracija opada sa rastojanjem od izvora (u našem slučaju, na primer, to iznosi oko 30 % na rastojanju 3 km od izvora, a u samom izvoru – na rastojanju 0 m, je 100 %).

4. DISKUSIJA DOBIJENIH REZULTATA

Sa grafika se može uočiti da koncentracija polutanata (q) opada i tokom vremena, kao i sa udaljenjem od izvora.

Tokom vremena brzina opadanja koncentracije je znatno brža kada je brzina vetra $u = 1$ m/s (zeleno) u odnosu na slučaj kada je brzina vetra $u = 4$ m/s (oker). U funkcionalnom smislu tokom vremena koncentracija za $u = 1$ m/s opada hiperbolično, a u slučaju kada je $u = 4$ m/s koncentracija polutanata opada parabolično. Koncentracije polutanata su **na kraju vremenskog perioda** od 10.000 s (skoro 3 h) i u jednom i u drugom slučaju iste na rastojanju od izvora do 2 km. Preko 2 km je koncentracija, za slučaj kada je brzina vetra $u = 4$ m/s, znatnije viša.

Takođe, sa grafika se vidi da za upola kraće vreme, na primer 5.000 s (skoro 1,5 h), koncentracija polutanata pri brzini vetra od $u = 1$ m/s opada znatno brže od koncentracije pri brzini vetra od $u = 4$ m/s.

Radi preglednosti, ove numeričke podatke smo prikazali i u tabeli 2. Koncentracija polutanata u tabeli je izražena u [%], u odnosu onu na samom izvoru, gde je ona 100 %.

Tabela 2. Promena koncentracije polutanata sa rastojanjem od položaja izvora zagađenja u toku protoka vremena od početka stacionarnog (neprekidnog) rada tog izvora

Table 2. Changes in pollutant concentration depending on the distance from their source and the time since the onset of its continuous operation

$t = 5.000 \text{ s}$			$t = 10.000 \text{ s}$		
$x \text{ [m]}$	$q(x,t) \text{ [%]}$		$x \text{ [m]}$	$q(x,t) \text{ [%]}$	
	$u = 1 \text{ m/s}$	$u = 4 \text{ m/s}$		$u = 1 \text{ m/s}$	$u = 4 \text{ m/s}$
500	92,58	92,58	500	92,58	92,58
1.000	75,90	75,90	1.000	66,80	75,90
1.500	66,80	66,80	1.500	47,70	55,60
2.000	38,83	38,83	2.000	39,76	52,19
2.500	33,40	34,79	2.500	33,40	50,60
3.000	28,79	30,36	3.000	28,79	49,21

5. ZAKLJUČAK

Problem zagađenja vazduha je uslovljen i diktriran razvojem industrije i saobraćaja. U svim zemljama se uvodi kontrola stanja životne sredine, najviše atmosfere. Efikasnost ove kontrole određuju dve komponente: *direktno* – merenjem kvaliteta vazduha pomoću posebnih instrumenata koji se objedinjuje u jedinstven sistem – bazu praćenja atmosfere, i *indirektno* – teorijskim modelovanjem aero-zagađenja koji omogućava određivanje koncentracije toksičnih jedinjenja u oblastima koje nisu ili ne mogu biti obuhvaćene direktnim merenjima. Međutim, teorijski rezultati mogu se uspešno koristiti i za prognozu distribucije nastalog zagađenja, čak i u slučaju incitentne situacije. Na taj način modeliranje se postaje deo sklopa celokupnog praćenja aero-zagađenja.

S obzirom na ekspanziju kapaciteta računarske opreme i poboljšanja matematičkih metoda za analizu procesa prenosa i rasejanja gasovitih, tečnih i čvrstih komponenti zagađenja vazduha teorijsko modeliranje je stasalo u efikasan instrument za istraživanje atmosferskog stanja. Određivanje nivoa aero-zagađenosti primenom odgovarajućeg modela raspodele zagađenja omogućava simulaciju širenja toksičnih jedinjenja za različite pretpostavljene intenzitete emisije u topološkim, urbanim i meteorološkim uslovima. Uz pomoć teorijskog pristupa – formiranjem odgovarajućeg matematičko-fizičkog modela može se dobiti sasvim realna slika disperzije čestica zagađivača u okolnu atmosferu, koja može poslužiti kao osnova za procenu potencijalne opasnosti.

Na jednostavnijem – kvazi-1D modelu periodičnog (industrijskog) tačkastog zagađivača, demonstrirali smo prostorno-vremensku raspodelu koncentracije zagađivača u pravcu vetra (za dve različite vrednosti brzina) od izvora, pa do tačke udaljene 3 km od tog izvora. Pokazali smo da

koncentracija zagađenja na određenoj udaljenosti od izvora tog zagađenja opada sa protekom vremena od trenutka prestanka emitovanja zagađenja, te da je to opadanje sporije pri većim vrednostima brzine vetra. Takođe, ako se posmatra prostorna raspodela aerogađenja u određenom trenutku vremena, konstatuje se da koncentracija zagađenja praktično linearno opada sa udaljavanjem od izvora.

Zahvalnica

Rezultati izneti u ovom radu deo su istraživanja koja su finansijski podržana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i Ministarstva za naučni i tehnološki razvoj, visoko obrazovanje i informaciono društvo Vlade Republike Srpske (19/6-020/961-21/18 i 19/6-020/961-35/18).

5. LITERATURA

- [1] K.Katsouyanni, on behalf of the APHEA Group (2006), Aphea Project: Air Pollution and Health: A European Approach, *Epidemiology*, 17(6), S19; Abstract only: <https://journals.lww.com/epidem/toc/2006/11001#216484440>.
- [2] A.Tiwary, J.Colls (2010) *Air Pollution*, Routledge, New York, p.54-90.
- [3] S.K.Jaćimovski, J.Lamovec, J.P.Šetrajić (2019) Linear Distribution of Air Pollution from Periodical Pointed Source, Announcement on 21. Yucorr, Tara Mountain, Serbia.
- [4] M.E.Berlyander (1975) *Contemporary Problems of Atmospheric Diffusion of Atmospheric Pollution*, Gidrometeoizdat, Leningrad, p.11-18.
- [5] F.Pasquill, F.B.Smith (1983) *Atmospheric Diffusion*, J.Wiley & Sons, New York, p.20-80.
- [6] S.N.Stepanenko, V.G.Voloshin, S.V.Tipcov (2008) Turbulent Diffusion Equation Solution for the Stationary Point Source, *UGZ* 3, p.13-25.

- [7] S.K.Jaćimovski, S.Miladinović, V.Ilijazi, V.M.Zorić, I.J.Šetrajčić, S.Armaković, J.P.Šetrajčić (2012) Linear Expansion of Air Pollution, Proceedings 2nd UrbanEco, University of Novi Sad, Technical faculty Zrenjanin, p.62-67.
- [8] M.Lazaridis (2011) First principles of Meteorology and Air Pollutant, Springer, New York, p.201-232.
- [9] M.E.Berlyander (1985) Forecast and Control of Atmospheric Pollution, Gidrometeoizdat, Leningrad, p.8-79.
- [10] B.S.Tošić, S.D.Stojanović, M.J.Škrinjar, D.V.Kapor (1982) The one dimensional problem of air-pollutant distribution, Faculty of Sciences-University of Novi Sad, Review of Research, 12, 79-88.
- [11] G.I.Marchuk (1982) Mathematical Modelling in the Environmental Problem, Nauka, Moskwa, p.175-187.

ABSTRACT

SPACE-TIME PROPAGATION OF AIR POLLUTION FROM DOT SOURCE – QUASI 1D MODEL

The problem of pollution – especially air pollution in big cities, has arisen with rapid technological development. This paper analyzes the propagation of air pollution originating from periodical dot sources. Pollution will be examined as a quasi-one-dimensional directed from the source, in case when diffusion processes, absorption and airflow occur. The partial differential equation describing all given processes is solved numerically for the adopted real parameters of the mentioned processes. The time change of the concentration of air pollution with distance from its source was determined.

Keywords: Air-pollution, periodical dot source, quasi 1D propagation, diffusion processes, absorption, airflow, space-time distribution

Scientific paper

Paper received: 16. 12. 2019.

Paper accepted: 26. 03. 2020.

Paper is available on the website: www.idk.org.rs/journal