

Model za proračun koncentracija polutanata u urbanim sredinama

Done Taševski, Risto Filkoški, Risto Taševski, Mašinski fakultet, Univerzitet

"Sv. Kiril i Metodij" Skoplje, Makedonija

Urađeni su model i kompjuterski program za proračun emisije i imisije SO_2 , NO_2 i čvrstih čestica iz termičkih postrojenja i vozila u urbanim sredinama. Program ima mogućnosti za proračun sumarnih emisija i imisija većeg broja izvora zagađivanja, koji se tretiraju kao tačkasti ili površinski. Pri tome, računaju se maksimalne koncentracije polutanata i lokalne koncentracije u pojedinim tačkama urbane sredine. Za analizu je izabran jedan deo Skoplja, u kome su zastupljeni različiti vidovi zagađivača. Analizirane su emisije i koncentracije SO_2 , NO_x i čvrstih čestica, uzimajući u obzir različite atmosferske uslove. Rezultati proračuna prikazuju se tabelarno i u grafičkom modu.

Ključne reči: emisija; koncentracija; polutanti; izvori zagađenja; programski paket
Key words: emission; concentration; pollutants; sources of pollution; program package

1. Uvod

Zaštita životne sredine je jedan od najaktuelnijih problema današnjice. Veliki broj različitih polutanata koji se kontrolisano i nekontrolisano izbacuju u atmosferu, kao rezultat visokog stupnja industrijalizacije, urbanizacije i motorizacije, doveli su do promene razvojne politike životne sredine. To je dovelo do uvođenja i primenjivanja rigoroznih mera za njeno praćenje, čuvanje i poboljšanje.

Karakterističan slučaj predstavljaju urbane sredine u kojima figuriraju sve vrste izvora zagađenja. U ovom radu je obrađeno zagađenje vazduha iz termičkih izvora zagađenja (tačkastih, površinskih i automobila koji se nalaze na raskrsnicama), u urbanim sredinama. Termička postrojenja spadaju u grupu najvećih zagađivača urbanih sredina, a praćenje emisija i imisija iz ovih izvora zagađenja javlja se kao neminovnost. S druge strane praćenje emisija i imisija polutanata može da posluži za proveru energetske strukture urbane sredine posmatrano sa ekološkog aspekta, odnosno zadovoljavanje veze energetika—zaštita životne sredine.

2. Model za proračun koncentracija SO_2 , NO_x i čvrstih čestica u urbanim sredinama

Za proračun koncentracija SO_2 , NO_x i čvrstih čestica iz različitih vidova izvora zagađenja (tačkastih, površinskih i raskrsnica) u urbanim sredinama izrađeni su model i program za računar. Za proračun koncentracija ovih polutanata korišćeni su poznati izrazi u svetskoj literaturi [1, 2, 3]. Zbog teškoća kod površinskih izvora i raskrsnica kao izvora zagađenja, proračun koncentracija ovih izvora zagađenja svodi se na proračun tačkastih izvora zagađenja. Pri tome veliki broj dimnjaka kod površinskih izvora i veliki broj izduvnih cevi na automobilima na raskrsnicama, zamenjuju

se jednim ili više dimnjaka koji se postavljaju u centar ili duž površinskog izvora ili raskrsnice kao izvora zagađenja. Pri tome se menjaju prečnici i površine poprečnog preseka u takozvane ekvivalentne dijemetre i površine [4, 5].

Na osnovu modela za proračun koncentracija polutanata, urađen je programski paket ENURB za proračun prizemnih koncentracija ovih polutanata iz tačkastih i površinskih i raskrsnica kao izvora zagađenja u jednoj urbanoj sredini. ENURB ima mogućnost za proračun prizemnih koncentracija svakog izvora zagađenja zasebno i ukupnih (rezultantnih) koncentracija iz svih izvora zagađenja, bez obzira na broj zagađivača. Isto tako, za svaki izvor zagađenja daje vrednost maksimalne koncentracije i rastojanje na kojem se ona postiže. Pored toga, ima mogućnost za proračun vrednosti prizemnih koncentracija u bilo kojoj tački u urbanoj sredini. Sve vrednosti se prikazuju u grafičkom editoru i zapisuju se u posebne datoteke. To čini ovaj programski paket vrlo jednostavnim za rad i praćenje potrebnih vrednosti koncentracija. Blok-dijagram programskog paketa ENURB je prikazan na slici 1.

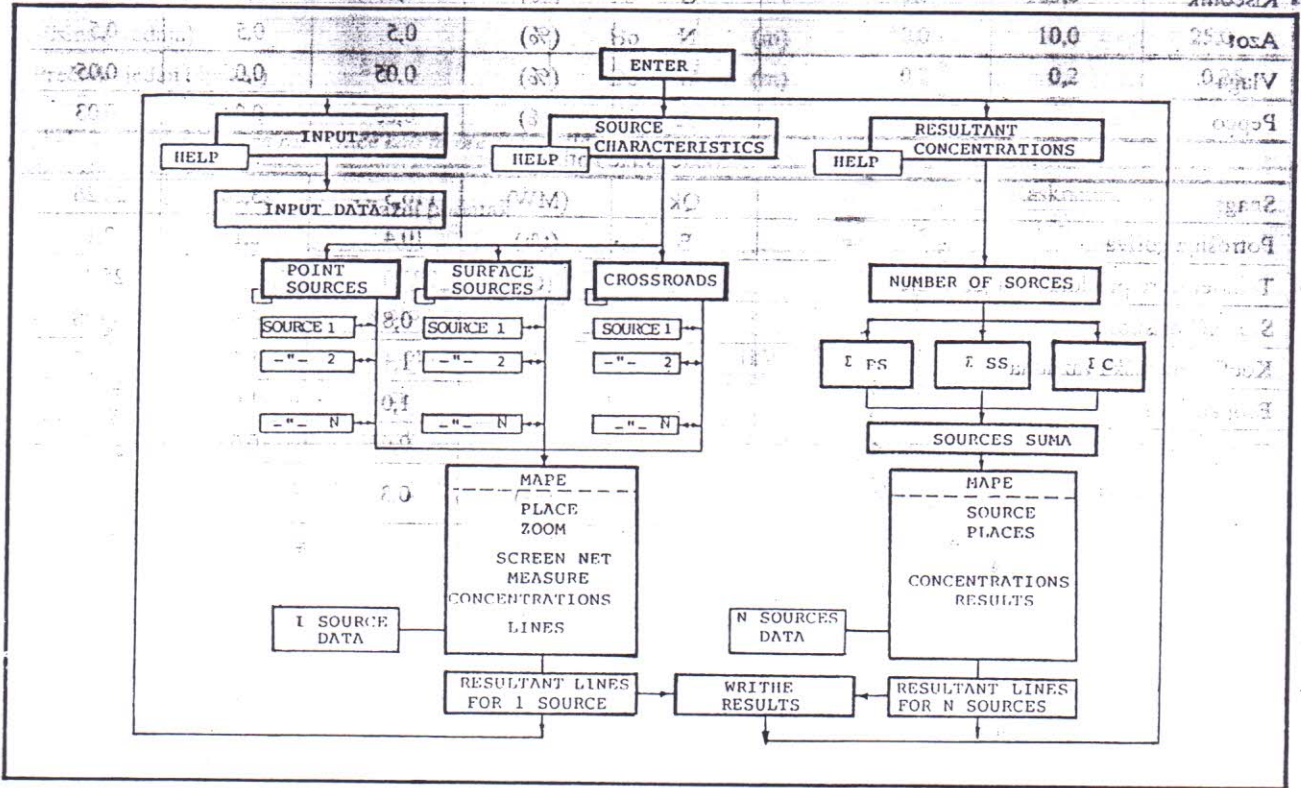
3. Primena programskog paketa ENURB za grad Skoplje

Zbog pojednostavljenja i velikog broja ulaznih i izlaznih podataka odabrano je za analizu jedno naselje u Skoplju u kojem su zastupljeni svi vidovi izvora zagađenja, (slika 2).

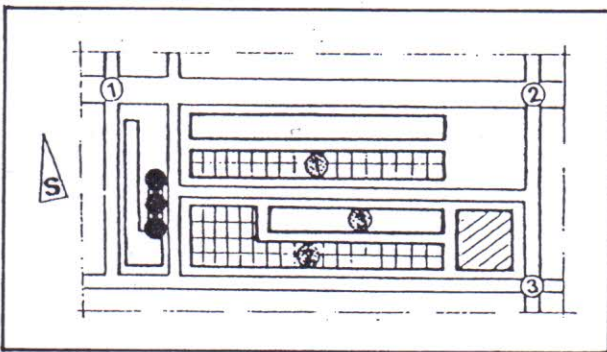
Tačkaste izvore predstavljaju tri dimnjaka toplane "Zapad", površinske izvore čine dve grupe individualnih stambenih objekata i jedna grupa kolektivnih stambenih objekata, a raskrsnice kao izvore zagađenja predstavljaju tri odabrane frekventne raskrsnice. Mora se napomenuti da se u kartu u grafičkom editoru mogu uneti svi izvori zagađenja prema katastaru zagađivača (bilo koji broj).

Tabela 1. Osnovni ulazni podaci

Osnovni ulazni podaci					
Maksimalna dozvoljena koncentracija SO ₂	MDK SO ₂	(mg/m ³)	izvor	0,5	
Maksimalna dozvoljena koncentracija NO ₂	MDK NO ₂	(mg/m ³)		0,085	
Maksimalna dozvoljena koncentracija čvrstih čestica	MDK p _{2,5}	(mg/m ³)		0,5	
Srednja temperatura okolnog vazduha	Tsr	(C)		20,0	
Brzina vetra	U	(m/s)		2,0	
Smer vetra	H				



Slika 1. Blok-dijagram programskog paketa ENURB



Slika 2. Raspored izvora zagađenja u naselju; □ kolektivni stambeni objekti; ▨ individualni stambeni objekti; ▩ industrijski objekti; ● tačkasti izvori; ⊙ površinski izvori; ○ raskrsnice

3.1. Ulazni podaci

Na početku se unose osnovni ulazni podaci koji važe za sve izvore zagađenja (tabela 1).

Vrednosti osnovnih ulaznih podataka zavise od zakona u određenoj zemlji i meteoroloških podataka određene ur-

bane sredine. Zatim se unose ulazni podaci za tačkaste, površinske i raskrsnice izvore zagađenja (konkretno za naselje u Skoplju) tabele [2, 3 i 4].

3.2. Izlazni podaci

Posle unošenja i obrade ulaznih podataka, pomoću programskog paketa ENURB dobijaju se izlazni podaci o maksimalnim prizemnim koncentracijama (MPK) SO₂, NO_x (Cmus) čvrstih čestica (Cmup) i rastojanjima na kojima se postižu (Xmus, Xmup) za sve vidove izvora zagađenja (tabelle 5, 6, 7).

Za svaki izvor postoji mogućnost, na posebnom grafičkom editoru za očitavanje vrednosti prizemnih koncentracija u bilo kojoj tački na karti grada Skoplja. Osim toga na grafičkom editoru mogu se predstaviti krive jednakih koncentracija, takozvanih izokontencija (sl. 3 i 4), što je vrlo praktično za praćenje ekološke slike u urbanoj sredini.

Kako za tačkaste, tako i za površinske izvore i raskrsnice mogu se predstaviti krive izokontencija SO₂, NO_x i čvrstih čestica.

Iz dobijenih vrednosti MPK prikazanih u tabelama 5, 6 i 7, može se uočiti da su vrednosti MPK veće od maksimalnih dozvoljenih koncentracija (MDK) kod površinskih izvora zagađenja (Cmup) nekoliko puta i kod raskrsnica 1 i 2

Tabela 2. Ulazni podaci za tačkaste izvore zagađivanja

Ulazni podatak	Elementarna analiza goriva	Tačkasti izvor		
		1	2	3
Elementarna analiza goriva – uglj				
Ugljenik	C (%)	84,3	84,3	84,3
Sumpor	S (%)	0,98	0,98	0,98
Vodonik	H (%)	13,94	13,94	13,94
Kiseonik	O (%)	0,2	0,2	0,2
Azot	N (%)	0,5	0,5	0,5
Vlaga	W (%)	0,05	0,05	0,05
Pepeo	A (%)	0,03	0,03	0,03
Karakteristike kotla				
Snaga	Q _k (MW)	116,3	23,26	23,26
Potrošnja goriva	B (t/h)	10,4	2,1	2,1
Temperatura produkata sagorevanja	T _g (C)	225,0	225,0	225,0
Stepen korisnosti	η _k	0,88	0,88	0,88
Koeficijent viška vazduha	λ	1,17	1,17	1,17
Broj kotlova	nk	1,0	1,0	1,0
Deo pepela koji izlazi sa produktima sagorevanja	ag	0,05	0,05	0,05
Gubici toplote zbog meh. nepotpunog sagorevanja	U ₄ (%)	0,3	0,3	0,3
SO ₂ koji ostaje u letećem pepelu u gasnom traktu kotla	η _{so2} (%)	0,02	0,02	0,02
Karakteristike prečištača				
SO ₂ koji ostaje u prečištaču	η _{so2} (%)	0,0	0,0	0,0
Koeficijent prečišćenja	η _f (%)	70,0	70,0	70,0
Koeficijent koji uzima u obzir brzinu taloženja čestica	F _f	3,0	3,0	3,0
Karakteristike dimnjaka				
Broj dimnjaka	no	1,0	1,0	1,0
Visina	H _o (m)	36,0	36,0	36,0
Prečnik	do (m)	2,3	1,0	1,0

Tabela 3. Ulazni podaci za površinske izvore zagađivanja

Ulazni podatak	Površinski izvor			
	1	2	3	
Elementarna analiza goriva – uglj				
Ugljenik	C (%)	24,8	24,8	24,8
Sumpor	S (%)	1,1	1,1	1,1
Vodonik	H (%)	2,1	2,1	2,1
Azot	N (%)	2,3	2,3	2,3
Vlaga	W (%)	42,5	42,5	42,5
Pepeo	A (%)	18,1	18,1	18,1
Karakteristike toplotnog konzuma				
Snaga	Q _{tk} (MW)	2,0	2,5	0,7
Učešće uglja	P _J (%)	30,0	30,0	30,0
Učešće drveta	P _D (%)	50,0	50,0	50,0

Tabela 5. Maksimalne prizemne koncentracije (MPK) SO₂, NO_x, Cmus i čvrstih čestica Cmup i rastojanja na kojima se postižu Xmus, Xmup za tačkaste izvore zagađenja

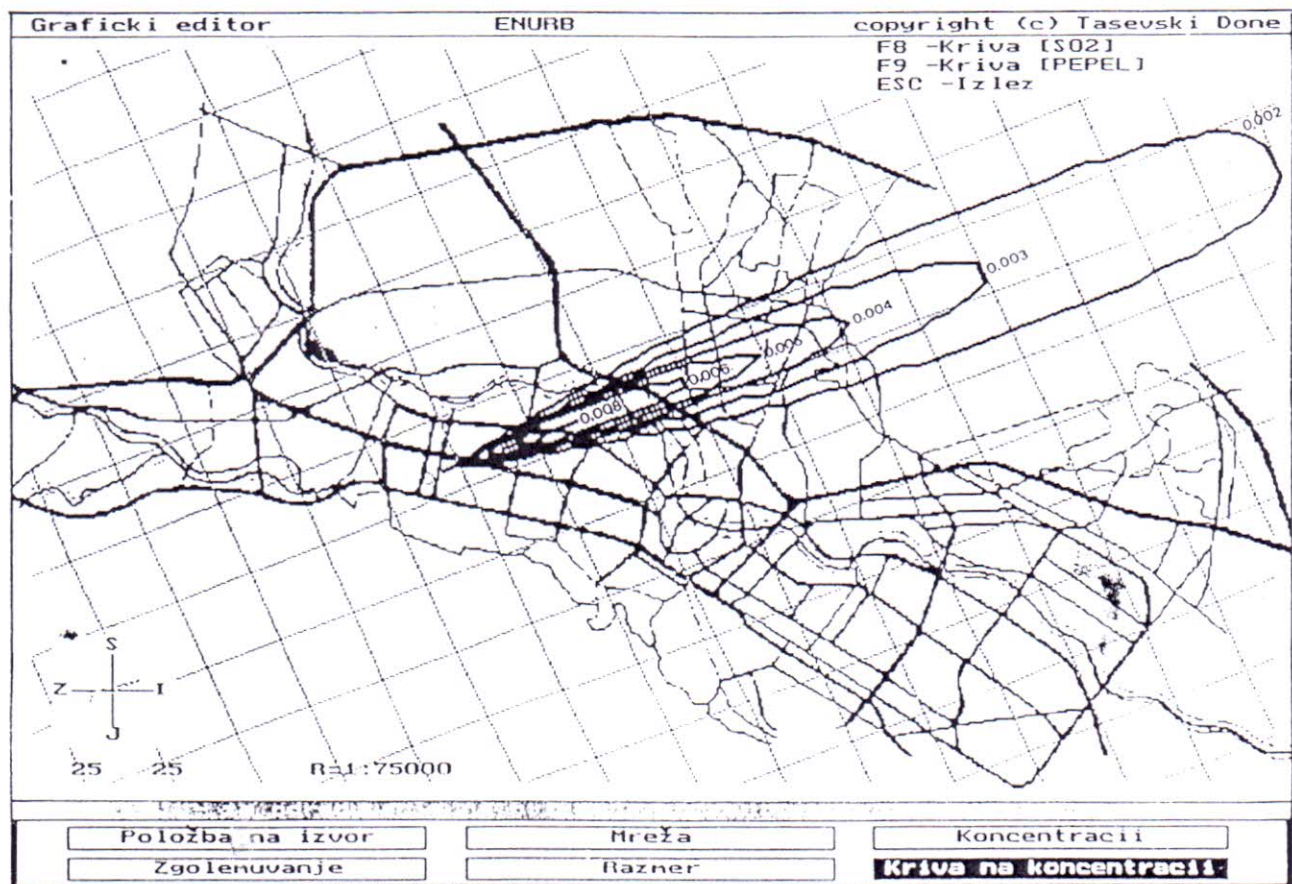
Izlazni podatak	Tačkasti izvor		
	1	2	3
Cmus (mg/m ³)	0,111080	0,068025	0,068025
Xmus (m)	1648,523	614,915	614,915
Cmup (mg/m ³)	0,007887	0,006029	0,006029
Xmup (m)	824,262	307,457	307,457

Tabela 6. Maksimalne prizemne koncentracije (MPK) SO₂, NO_x, Cmus i čvrstih čestica Cmup i rastojanja na kojim se postižu Xmus, Xmup za površinske izvore zagađenja

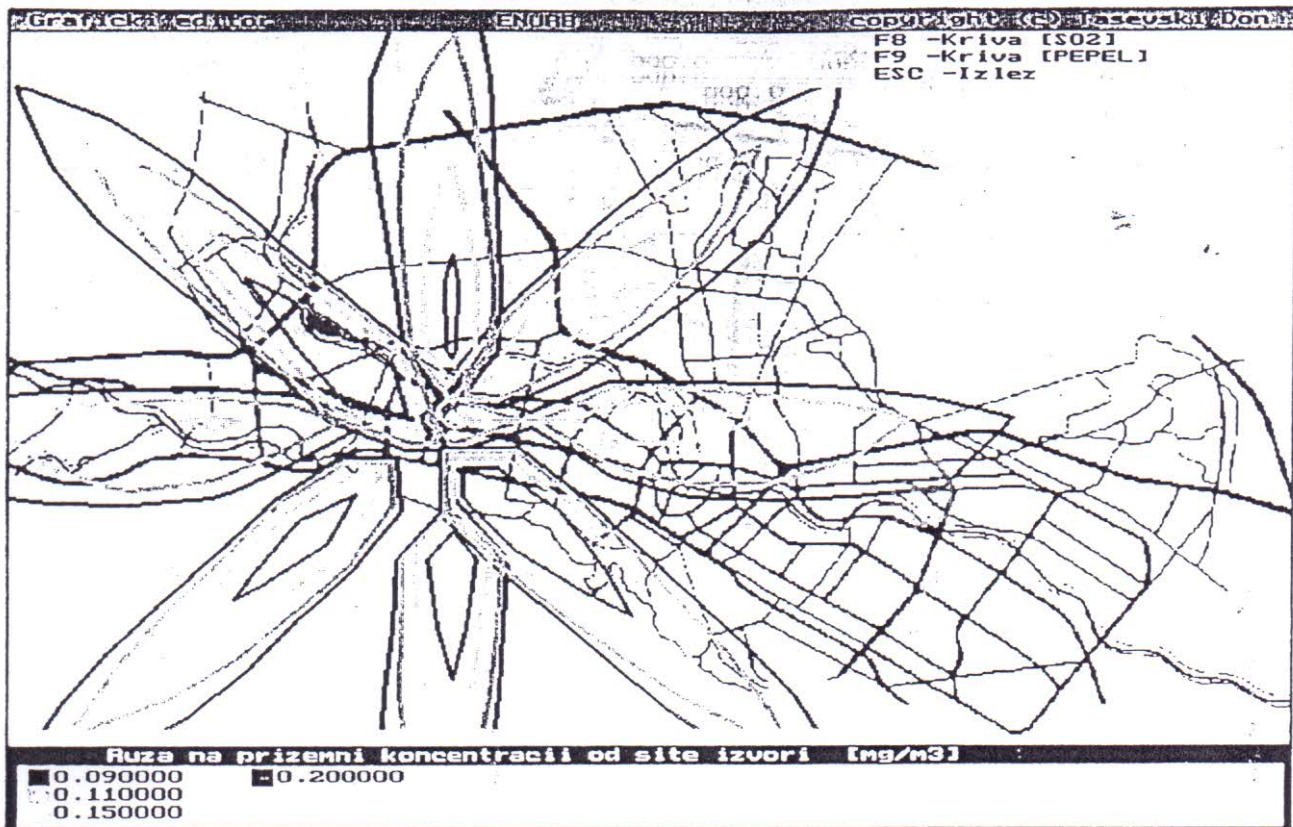
Izlazni podatak	Površinski izvor		
	1	2	3
Cmus (mg/m ³)	0,175174	0,184858	0,027956
Xmus (m)	183,742	206,991	208,815
Cmup (mg/m ³)	6,378902	6,696472	1,032443
Xmup (m)	91,871	103,496	104,407

Tabela 7. Maksimalne prizemne koncentracije (MPK) SO₂, NO_x, Cmus i čvrstih čestica Cmup i rastojanja na kojima se postižu Xmus, Xmup za raskrsnice

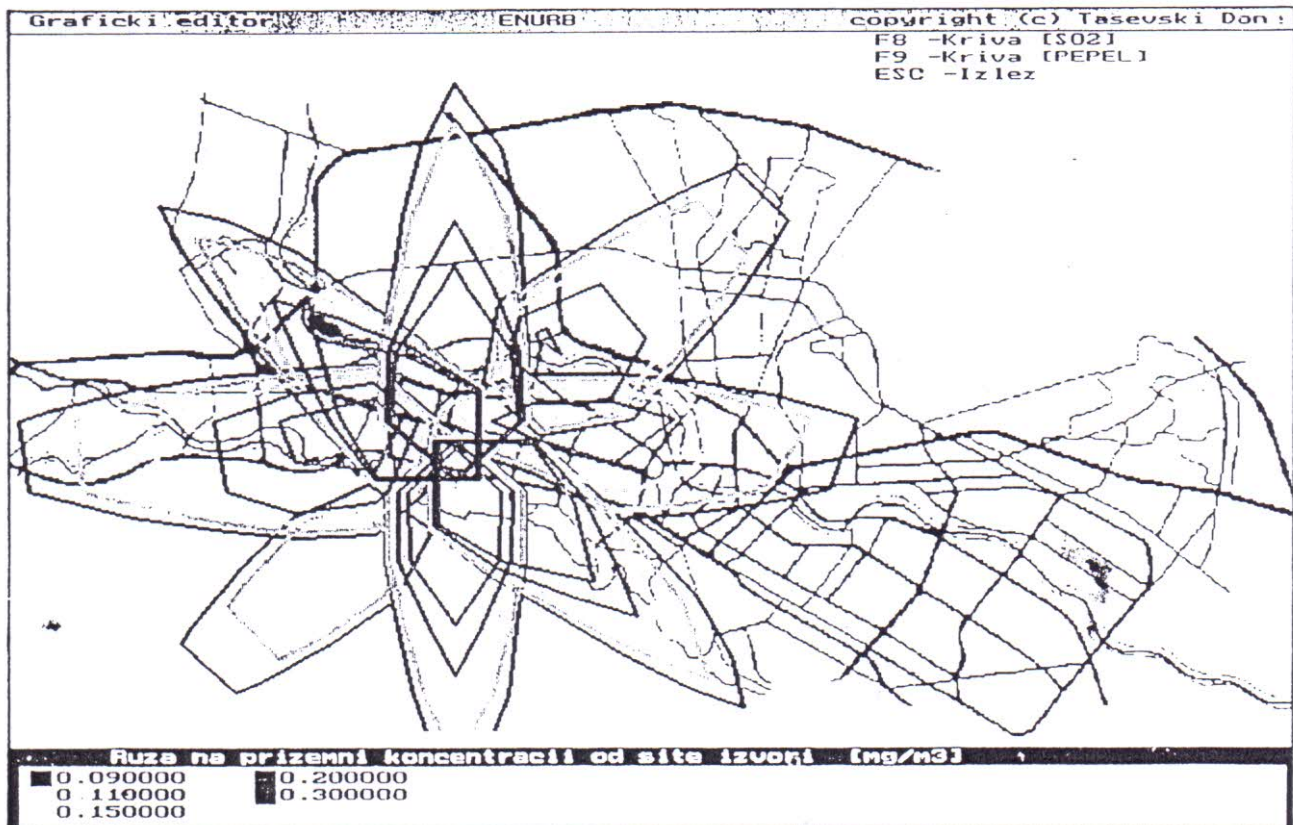
Izlazni podatak	Raskrsnica		
	1	2	3
Cmus (mg/m ³)	0,304309	0,304309	0,168549
Xmus (m)	69,179	69,179	72,598
Cmup (mg/m ³)	0,678251	0,678251	0,375665
Xmup (m)	34,589	34,589	36,299



Slika 4. Krive izokonzentracija čvrstih čestica za prvi tačkasti izvor



Slika 7. Ruža izokonzentracija SO₂ i NO_x



Slika 8. Ruža izokonzentracija čvrstih čestica

(Cmup). Ovi alarmantni brojevi ukazuju na to, da se mora nešto menjati u energetskej strukturi ovog naselja u Skoplju, primenom nekog ekološkog rešenja. Pored maksimalnih i momentalnih (u bilo kojoj tački) koncentracija, na zasebnom grafičkom editoru prikazuju se ukupne (rezultantne) koncentracije iz svih izvora zagađenja. Ukupne koncentracije se dobijaju sabiranjem pojedinih prizemnih koncentracija u presečnim tačkama na odabranoj mreži grafičkog editora. Ponovo postoji mogućnost za iscrtavanje krive jednakih rezultatnih koncentracija (izokonzentracija) SO_2 , NO_x i čvrstih čestica na istom grafičkom editoru. (sl. 5 i 6).

Vrednosti rezultatnih koncentracija SO_2 , NO_x su u dozvoljenim granicama, dok vrednosti rezultatnih koncentracija čvrstih čestica prelaze dozvoljene granice.

Dobijeni rezultati pre svega zavise od meteoroloških uslova (osnovni ulazni podaci). Tu spadaju pravac, brzina vetra i temperatura vazduha. Na osnovu dugogodišnje ruže vetrova za grad Skoplje (bilo koju urbanu sredinu) na zasebnom editoru postoji mogućnost za iscrtavanje krive izokonzentracije u 8 pravaca pri različitim brzinama vetrova (sl. 7 i 8).

Pomoću ruža izokonzentracija može se pratiti zagađenje vazduha u urbanoj sredini u različitom pravcu i za različite brzine vetra, čime se dobija jedna kompletnija ekološka slika urbane sredine.

Zaključak

Из izloženog u ovom radu može se zaključiti da je ovaj model vrlo pogodan za proračun prizemnih koncentracija

SO_2 , NO_x i čvrstih čestica iz termičkih postrojenja u urbanim sredinama. Primena modela je jednostavna, a dobijeni rezultati lako se prate na pripremljenim grafičkim editorima. Pogodan je za praćenje ekološke slike u urbanim sredinama. Primenom modela vrši se provera energetske strukture urbane sredine, a time se zadovoljava veza energetike i zaštite životne okoline.

Mogućnosti modela su prikazane na konkretnom primeru odabranog naselja u gradu Skoplju.

Literatura

- [1] Rihter, L. A., Volkov, E. P., Pokrovckij, V. N.: *Ohrana vodnogo i vazdušnogo baseinov ot vibrosov TES*, Moskva, 1981.
- [2] Skalkin, F. V., Kanaev, A. A., Kopp, I. Z.: *Energetika i okružajušaa sreda*, Teploenergetika, Leningrad, 1981.
- [3] Zalogin, N. G., Kropp, L. I., Košrikin, U. M.: *Energetika i ohrana okružaušej sredi*, Metalurgija, Moskva, 1979.
- [4] Taševski, D.: *Analiza na vlijanieta na zagaduvanieto na vazduhot vrz energetskaata struktura na urbanite sredini, magisterska rabota*, Mašinski fakultet, Skopje, 1995.
- [5] Taševski, D., Dimitrovski, M.: *Eden pristap i programa za analiza na polutantite od MSVS za grad Skopje*, Međunarodna naučna konferencija za MSVS – AUTO-MOTO 95, Sofija, 1995.