

POVZETEK

U zavjetrinama zgrada stvaraju se t.zv. aerodinamične sjene ili zone vrtloga, u kojima specijalna mikro cirkulacija zraka dovodi do akumuliranja onečišćenja. Aerodinamične sjene mijenjaju svoj oblik, veličinu i položaj obzirom na zračne struje, koje transportiraju štetne plinove i čestice - te ih se na osnovu karakteristika vjetra te oblika i veličine zgrada može odrediti. U sistemu kontrole aerozagadjenja u jednom gradu važno je poznavati zone vrtloga u karakterističnim vremenskim situacijama, a kod prostornog i urbanističkog planiranja uzeti u obzir nastajanje aerodinamičnih sjena u vezi s prevladavajućim strujanjem nad gradom.

OPĆENITO

Prostorna razdioba štetnih plinova i čestica u prizemnom sloju zraka na području naseljenih mjesta svestrano se proučava posljednjih decenija širom zemlje.

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske intenzivno radi na ovoj problematici tražeći fizikalne zakonitosti, koje povezuju prostorno-vremensku promjenu zagadjenosti i meteoroloških elemenata na području grada Zagreba /3/. Poseban problem u tom ispitivanju, čine zavjetrine zgrada, u kojima zbog specijalnog režima vrtložnog strujanja (Slika 1) dolazi do akumulacije zagadjenosti.

Formiranje i oblik "zona vrtloga" u zavjetrini zgrada proučava se eksperimentalno i teoretski te se u literaturi iznosi više modela za njihovu determinaciju. Svi oni kao osnovu uzimaju veličinu i međusobnu udaljenost zgrada u odnosu na smjer vjetra.

Mi smo se u ovom radu poslužili rezultatima sovjetskih istraživanja /2/. Prema relativno jednostavnom modelu "aerodinamičnih sjena", prikazanom u naveđenom radu, granica aerodinamične sjene za zgradu, čija je duljina L, okomita na smjer vjetra, veća od 10-struke visine, određuje se pomoću slijedeće zakonitosti:

$\frac{X}{H}$	zgrade	0	1	2	2,5	3	4	5	6	7	8	8,5
$\frac{h}{H}$	zgrade	1	1,75	2,2	2,2	2,1	1,7	1,3	0,75	0,35	0,05	0,04

gdje je X udaljenost unutar zone vrtloga od one strane zgrade, na koju "udara"

zračna struja, H je visina zgrade, a h je visina zone vrtloga. Ukoliko je $L \ll 10 H$ smanjuje se h pomoću korekcionog faktora $A = (0,1 \frac{L}{H})^{1/2}$

ZONE VRTLOGA ZATVORENIH BLOKOVA KUĆA

Spomenuti model primijenjen je na tri različita bloka zgrada u Zagrebu (vidi slike). Poznavajući dimenzije zgrada te smjer strujanja zraka određena su područja zona vrtloga (osjenčana područja na slikama). Vrtložna su strujanja unutar osjenčanih zona ili t.zv. aerodinamičnih sjena uvelike ovisna o smjeru strujanja. Ona su najintenzivnija kod strujanja, koje je okomito na zgradu. Za takav slučaj vrijedi i upotrebljeni model. Porastom upadnog kuta vjetra tj. približavanjem smjera vjetra smjeru pružanja zgrade smanjuju se dimenzije područja aerodinamičnih sjena i istovremeno slaba vrtložna strujanja. Zato su dimenzije zona vrtloga na priloženim slikama smanjivane projiciranjem na okomiti smjer na zgradu. Nadalje, u našem računu nismo uzimali u obzir brzinu vjetra, jer su strujanja bila mnogo slabija od kritičnih brzina vjetra (čije su vrijednosti ovisne o dimenziji zgrada i stabilnosti atmosfere).

Kod tih je horizontalno strujanje toliko jako, da ne omogućava nastajanje vertikalnih vrtloga unutar aerodinamičnih sjena.

Prema općoj procjeni veze zagadjenosti zraka i brzine vjetra u Zagrebu /3/ te se brzine kreću oko 10 ms^{-1} , a takva se strujanja tokom cijele godine javljaju u manje od 5% slučajeva.

ZONE VRTLOGA I URBANISTIČKO PLANIRANJE

Zone vrtloga u pojedinim naseljima određuju se u vezi sa strujanjem zraka na više načina:

- za sve smjerove vjetra - podesno za zimsko razdoblje u naseljima s mnogo individualnih kućnih ložišta. U tom slučaju dolazi do izražaja ovisnost zona vrtloga o ruži vjetrova.
- Za onaj smjer strujanja, kojim se u naselju donose polutanti iz većih industrijskih zagadjivača. Tim putem se pronalaze ona područja u naselju, gdje će dolaziti do akumulacije zagadjenja, koje emitira dani industrijski pogon. Ovaj problem postaje akutan i traži poduzimanje zaštitnih mjera ako su zračne struje u smjeru od industrijskog pogona do naselja dosta česte.
- Kod planiranja novih naselja trebalo bi nastojati, da se aerodinamične sjene svedu na minimum. U tu svrhu potrebno je predvidjeti položaj i veličinu zona vrtloga obzirom na t.zv. rezultatni prijenos čestica nad razmatranim područjem. Naime, otpadni plinovi i čestice putuju nad područjem, mijenjajući - u ovisnosti o zračnim strujama - smjer, brzinu i koncentraciju. Zato pro-

storno-vremenska razdioba zagadjenosti stalno varira tokom dana i godine, zadržavajući pritom osobinu, da u zavjetrini zgrada dolazi do akumulacije otpadnih tvari. Postoji mogućnost, da se za dulje vremensko razdoblje (mjesec, godišnje doba, godina) odredi konačni, rezultatni pomak ili put vjetra, a time i čestica koje su nošene zračnim strujama. Relativno jednostavnom metodom može se iz podataka ruže vjetra odrediti rezultatni put vjetra (RPV) za svaki punkt, koji ima mjerenja vjetra. Vrijednosti RPV nanose se na kartu u obliku vektora, pomoću kojih se dalje preko razmatranog područja izvlače strujnice RPV /3/. Tim putem dobija se kontinuirana slika rezultatnog prijenosa čestica nad nekim područjem.

Planovi urbanističke izgradnje trebali bi uz ostale faktore uzimati u obzir i rezultatni prijenos čestica nad razmatranim područjem. Što se tiče akumulacije zagadjenosti u zavjetrini zgrada nova bi naselja trebalo planirati tako, da se svede na minimum nastajanje zona vrtloga u odnosu na smjer strujnica RPV.

DISKUSIJA SLIKA

Na priloženim slikama određene su zone vrtloga za tri karakteristična bloka zgrada u Zagrebu.

Rezultatni prijenos čestica u Zagrebu tokom najzagadjenije sezone - zime - je u smjeru od sjeveroistoka prema jugozapadu tokom cijelog dana, osim podnevnih sati kada je rezultatno strujanje iz jugoistoka prema sjeverozapadu. Aerodinamične sjene određene su za oba slučaja RPV preko Zagreba.

Na dane 6. i 9. VI 1972. obavljena su na području Zagreba specijalna mjerenja prizemnih koncentracija raznih polutanata - te su, radi ilustracije, zone vrtloga određene i na te dane.

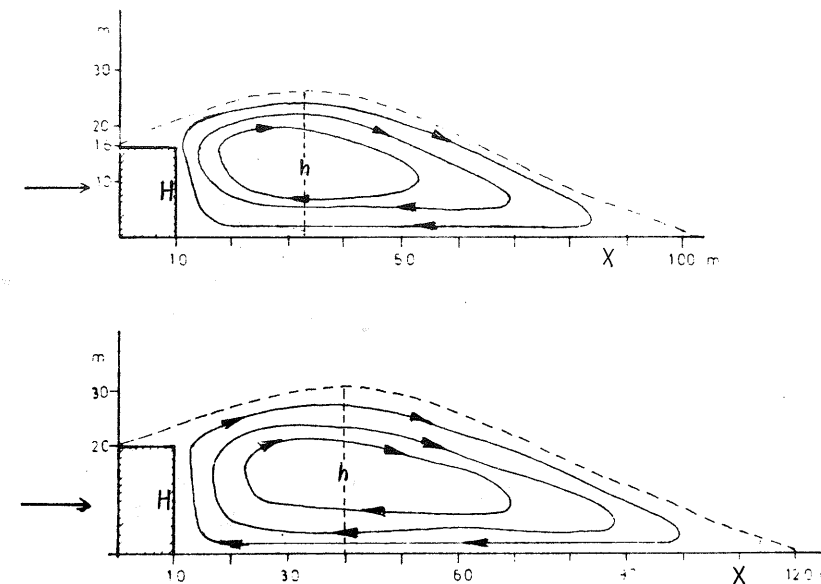
Napomena: ako se na zonu vrtloga, koja nastaje u zavjetrini bloka zgrada slične visine superponira vrtložno strujanje u zavjetrini jedne više zgrade, osjenčano područje je tamnije.

LITERATURA

- /1/ Serebrovskij F.L. 1971: Aeracija žiljoj zastrojki, str. 37-68, Moskva.
- /2/ Lejkin I.N., 1970: Projektiviravanje ventiljacionyh i promyšljenyh vybrosov u atmosferu, Moskva.
- /3/ Ovisnost zagadjenosti zraka u Zagrebu. O meteorološkim faktorima, 1974, str. 102-140, Zagreb.

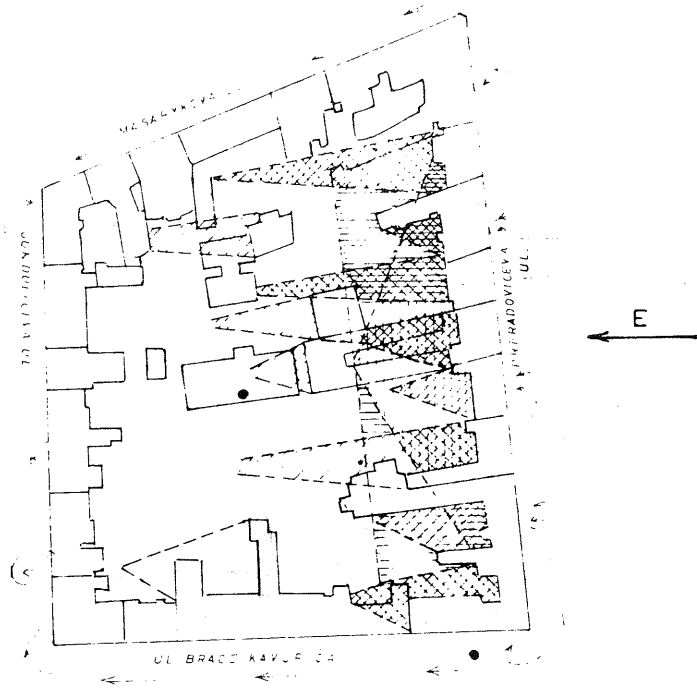
SUMMARY

A special type of vertical circulation in the lee side of buildings causes the pollution accumulation. These vortex zone can be determined as function of air flow characteristics and building dimensions as well. Air pollution monitoring and urban planning as well should take into account the existence of vortex zone in building airshadows.

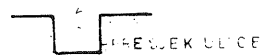


Slika 1 - Presjek zone vrtloga iza zgrada visine 16 i 20 m

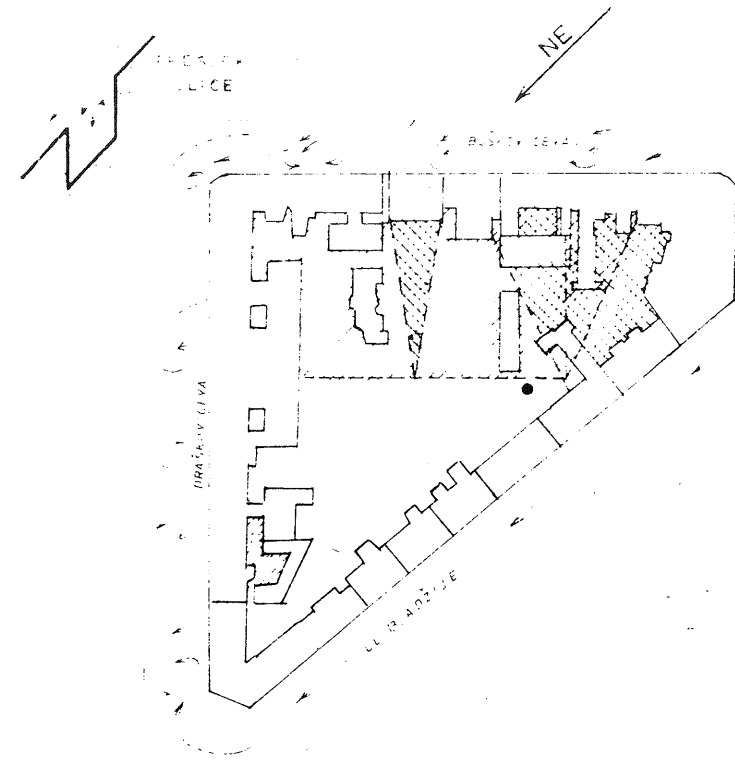
① BLOK ul. braće Kavurića, Preradovićeve, Masarykove i Gundulićeve ulice



Slika 2 - Zona vrtloga dne 6. VI 1972
na osjenčanim područjima nakuplja se najviše zagađenja



② BLOK Boškovićeve ul., Trga žrtava Fašizma, Adžijine i Draškovićeve ulice

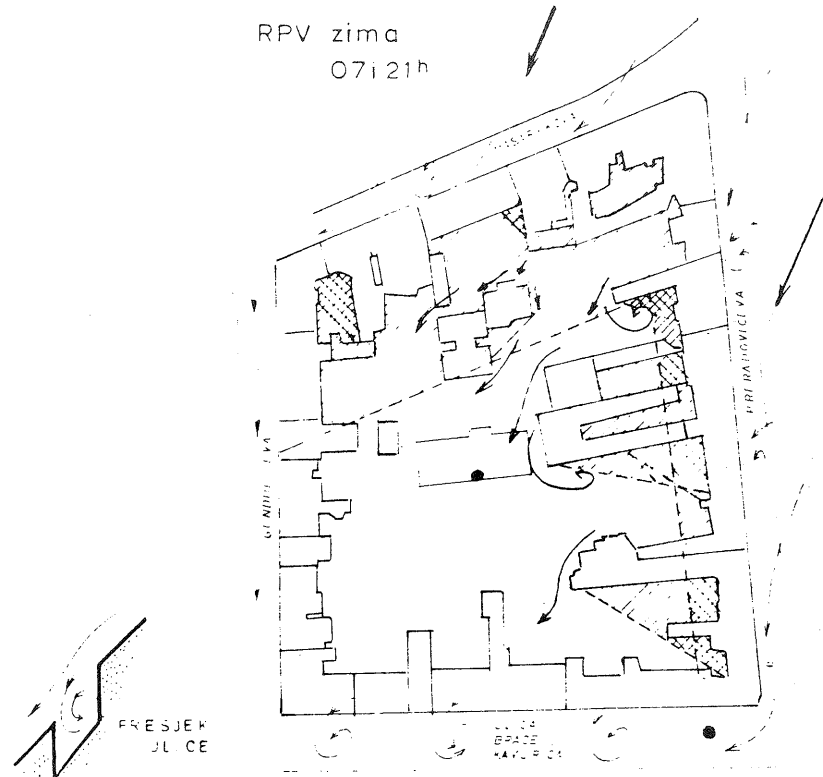


Slika 3 - Zona vrtloga dne 9. VI 1972



① BLOK ul. braće Kavurića, Preradovićeve,
Masarykove i Gundulićeve ulice

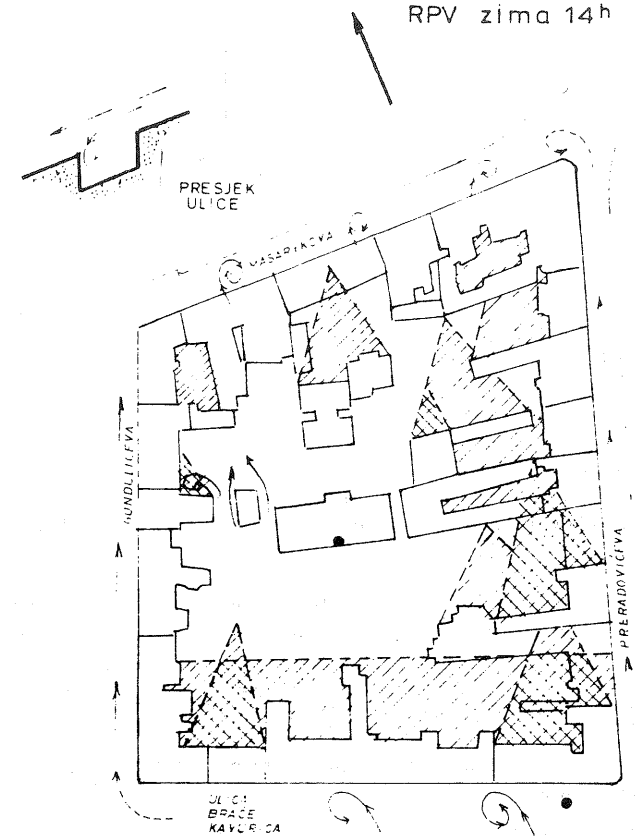
RPV zima
07i 21h



Slika 4 - Zone vrtloga kod prevladavajućeg strujanja noću

① BLOK ul. braće Kavurića, Preradovićeve,
Masarykove i Gundulićeve ulice

RPV zima 14h



Slika 5 - Zona vrtloga kod prevladavajućeg strujanja sredinom dana