

NEKE KLIMATSKE KARAKTERISTIKE TOPLINSKOG OTOKA ZAGREBA

Hrabak-Tumpa Gordana

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske
Zagreb, Jugoslavija

SAŽETAK

Egzistencija toplinskog otoka nad većim urbanim područjem može se veoma dobro uočiti preko prostorno-vremenske promjenljivosti određenih meteoroloških veličina. U radu su prikazane neke od klimatskih karakteristika preko kojih se može pratiti intenzitet toplinskog otoka grada kao i promjene nekih elemenata zbog postojanja toplinskog otoka nad Zagrebom.

1. UVOD

Na širem području Zagreba u operativi je veći broj glavnih, običnih i specijalnih meteoroloških stanica (Bratanić, 1987). Najdulji niz motrenja i mjerena meteoroloških veličina ima Opervatorij Zagreb-Grič (125-godišnji niz) dok Meteorološko-aerološki opervatorij Zagreb-Maksimir ima najveći dijapazon motrenja i mjerena. Na ovoj se stanicu, osim prizemnih, obavljaju i visinska mjerena smjera i brzine vjetra te temperature i vlage zraka (pilot-balonska i radio-sondažna mjerenja). Kontinuirana dano-noćna mjerena obavljaju se i na meteorološkoj stanicu Zagreb-Pleso (aerodrom).

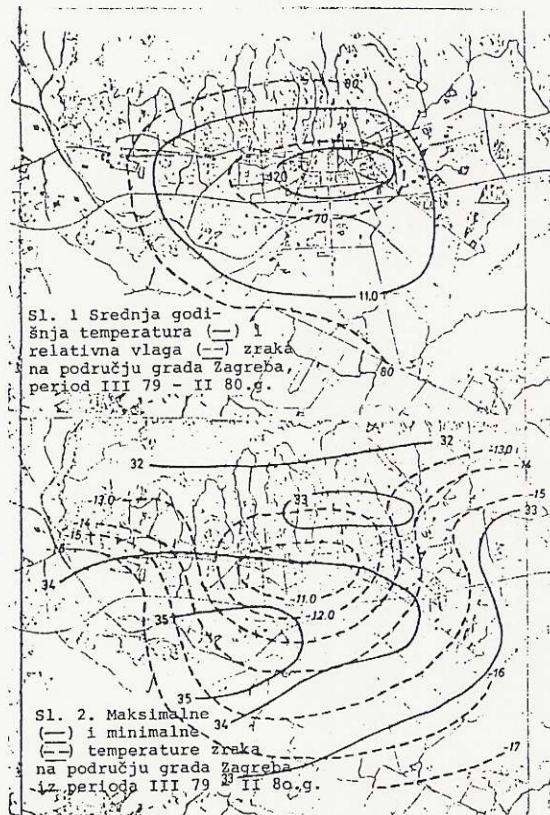
Spomenimo samo da su analize u ovom radu izradjene na temelju 12 glavnih, običnih, specijalnih, te 9 kišomjernih stanica šireg područja Zagreba. Svi podaci, prezentirani u ovom radu, rezultat su određenih investitorskih zadataka u kojima sam sudjelovala tako da su pojedini prikazi iz različitih perioda. Nadalje se ukazuje i na rad drugih autora, domaćih i stranih, a obraduju takodjer istraživanja toplinskog otoka grada.

2. TOPLINSKI OTOK GRADA

Temperatura zraka je meteorološki element koji se najčešće upotrebljava kao indikator određenog područja. U radu (Makjanić i dr., 1977) veoma je detaljno obrađena punktualna temperatura zraka nad Zagrebom (na temelju 100-godišnjeg niza mjerena na Opervatoriju Zagreb-Grič), dok je na temelju 3-godišnjeg mјernog perioda obrađena prostorna razdioba temperature Zagreba. U radu (Šegota 1986) ova je prostorna razdioba određena na temelju 10-godišnjeg niza 7 meteoroloških stanica. Objektive analize ukazuju da se, u prosjeku, može u centru gradske jezgre očekivati za 1°C veća temperatura zraka nego li na rubnom dijelu grada.

Na temelju većeg broja meteoroloških stanica, koje su bile smještene na južnom prstenu grada, dobio se bolji uvid u prostornu promjenljivost temperature i vlage zraka. Mjerena od samo 1 godine takodjer su potvrdila da je intenzitet toplinskog otoka Zagreba $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ (razlika između srednje godišnje temperature centra Zagreba i vanjskog prstena grada). Relativna vlažna zraka niža je u prosjeku, za 10% u centru nego li na periferiji grada (Sl. 1) (Gordana Hrabak-Tumpa, 1981). Važno je napomenuti da je kolebanje, kako dnevno, tako i godišnje, znatno veće na ruralnom nego li na urbanom području grada (Sl. 2). Na vanjskom prstenu godišnja amplituda zraka može iznositi $\Delta t = 50^{\circ}\text{C}$

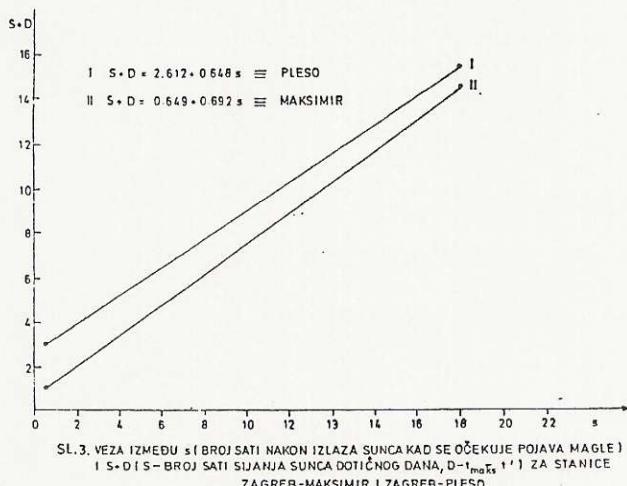
ba i vanjskog prstena grada). Relativna vlažna zraka niža je u prosjeku, za 10% u centru nego li na periferiji grada (Sl. 1) (Gordana Hrabak-Tumpa, 1981). Važno je napomenuti da je kolebanje, kako dnevno, tako i godišnje, znatno veće na ruralnom nego li na urbanom području grada (Sl. 2). Na vanjskom prstenu godišnja amplituda zraka može iznositi $\Delta t = 50^{\circ}\text{C}$



Proučavanjem intenziteta toplinskog otoka grada nad velikim urbanim područjem u svijetu (Böhm, 1979, Matveev, 1979) dobiveni su slični rezultati. Za područje Beča je ustanovljeno da intenzitet iznosi $\Delta t=2^{\circ}\text{C}$. Međutim, u slučaju puhanja slabog vjetra i vedre noći prostorna promjena može biti i mnogo veća ($\Delta t=5^{\circ}\text{C}$). Autor je, nadalje, ustanovio da se ovaj intenzitet može pratiti preko srednjih mjesecnih i godišnjih temperaturama zraka te apsolutnih minimalnih temperaturama. Apsolutne maximalne temperature ne prate toplinski otok zraka. Povećanje broja stanovništva kao i urbane jezgre u direktnoj su funkciji intenziteta toplinskog otoka. Za Beč je ustanovljeno da je u periodu od 1952. godine do 1976. povećana razlika između srednje temperature zraka centra i periferije za 1°C . Na žalost, ova se istraživanja nisu radila i za Zagreb.

Ustanovili smo da je rasap između ekstremnih temperatura zraka znatno veći na rubnom prstenu grada nego u centru. Ovo pak re-

zultira većom potencijalnom evapotranspiracijom. Veliko prostranstvo istovrsne podloge uvjetuje u stacionarnim situacijama, relativno brzo uspostavljanje ravnoteže tlo-zrak a time i stabilnost atmosfere. Ova stabilnost, naročito u hladnom dijelu godine, pogoduje stvaranju i trajanju magle. Analiziramo li fenomen stvaranje magle, magla će se prije formirati na otvorenom, ruralnom području uz iste meteoroške uvjete (jednako dugi sijanje Sunca i istu vlažnost zraka u vrijeme dnevnog maksima temperature uz ekstrapolaciju zagadjenosti zraka) (Sl. 3) (Gordana Hrabak-Tumpa, 1981). Ovo će vremensko zaostajanje biti to veće što je zrak zasićeniji vodenom parom i što je manji broj sati sijanja Sunca tog dana.

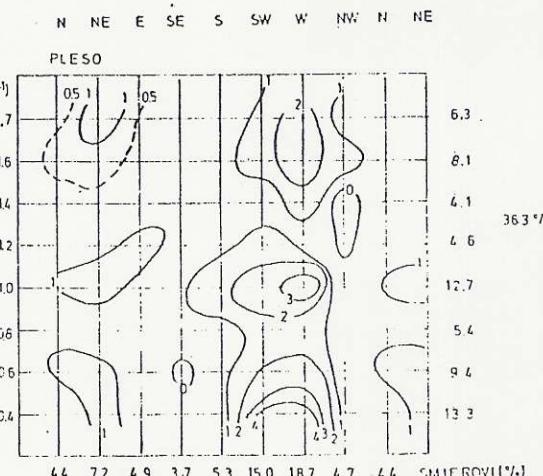
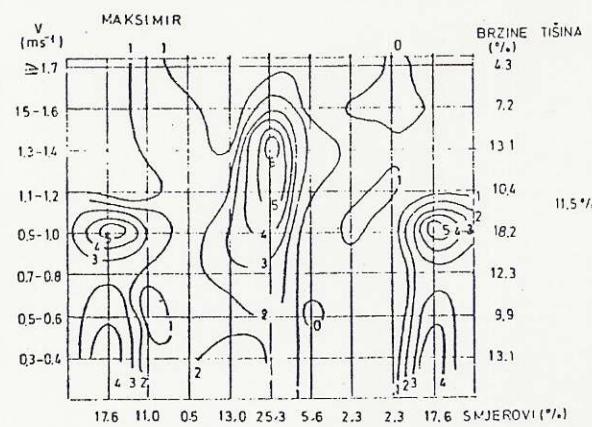


Proučavanjem veze između strujanja i stvaranja magle na području gusto naseljenog područja i ruralnog područja, možemo ustanoviti da je pojava magle vezana uz slab vjetar od $v = \text{ms}^{-1}$ (Sl. 4) (Gordana Hrabak-Tumpa i dr., 1981).

Općenito je ustanovljeno (Matveev, 1979) da je povećanje broja stanovništva kao i površine urbane sredine direktno vezano uz pojavu smanjenja vidljivosti u klasi 1-10km. Na ruralnom području je, istovremeno, smanjenje horizontalne vidljivosti u klasi 0-1km.

Horizontalna vidljivost, pa i faktor vidljivosti neba u uskoj je vezi sa zamudnostima, prozračnosti atmosfere te i količinom raznih primjesa u atmosferi (Yamoshita S. et al, 1986). Toplinski otok grada pridonosi turbulentnom mješanju nad gradom tako da čestice dima i prašine dolaze na sve veću visinu. Tako su, na pr. nad Kijevom čak i na visini od 50 km, ustanovljene čestice (Litvinov, 1982). Ove čestice, u slučaju nailaska na oblaci sloj, služe kao kondenzacione jezgre. Dizanje toplog zraka nad urbanim ili industrijskim područjem smanjuje količinu oborine nad tim područjem dok se povećava nad područjem koje se nalazi niz struju zraka (na udaljenosti od 40 km od izvora čestica dima i prašine).

Prostorna razdioba godišnje količine oborine kao i broja dana s oborinom nad širem područjem Zagreba uvjetovana je, osim toplinskim otokom grada i strujanjem brdo-dolina (Medvednica). Ipak se može uočiti znatno smanjenje količine oborine nad urbanim područjem a povećanje na južnom



SL.4. GRAFTIKONI KONTINGENCIJE ISTOVREMENE POJAVE MAGLE UZ ODREĐENE SMJEROVE I KLASU BRZINA
 ZAGREB-MAKSIMIR, ZGB-PLESO, JESEN 1977-78

prstenu grada (Sl. 5. i sl. 6.). Mjerenja količine oborine duljeg perioda takodjer potvrđuju ovu prostornu razdiobu (Gajić-Čapka i dr., 1980).

Na području Beča takodjer se može uočiti utjecaj urbane sredine. Zbog prevladavajućih zapadnih vjetrova istočni dio grada ima manji broj dana s oborinom, manju godišnju količinu oborine, a takodjer i nižu apsolutnu visinu snijega (Böhm, 1979, Matveev, 1979).

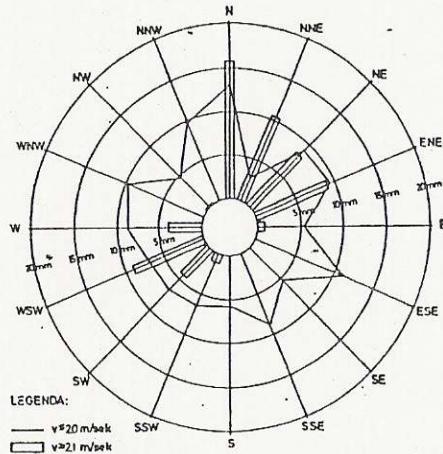
Gledajući u globalu ukupnu godišnju količinu oborine nad cijelim područjima, može se ustanoviti da urbano područje povećava količinu oborine. Tako je ustanovljeno da je količina oborine nad Parizom, Sl. Louisom, kao i Čikagom u zadnjih 100 godina povećana za 20-40% (Litvinov, 1982). Na temelju podataka stanica zagrebačkog područja ovo se, za sada, zbog kratkoće nizova, ne može konstatirati.

Toplinski otok grada može se detektirati i pomoći izvedenih veličina. Smjer i brzina vjetra takodjer su u ovisnosti o intenzitetu toplinskog otoka. Dokazano je da se kod $v > 3.5 \text{ ms}^{-1}$ ne treba očekivati postojanje toplinskog otoka. S obzirom, da je na području Zagreba u operativi 4 anemografa ova se istraživanja takodjer mogu provesti.

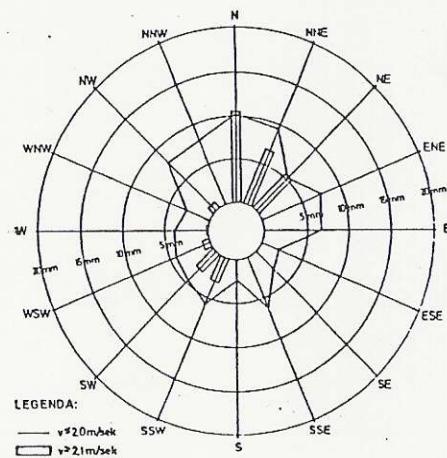
SL.5. OBORINSKA RUŽA VJETRA

STANICA ZAGREB-Remetinec
RAZDOBLJE VIII 1979-XII 1980.

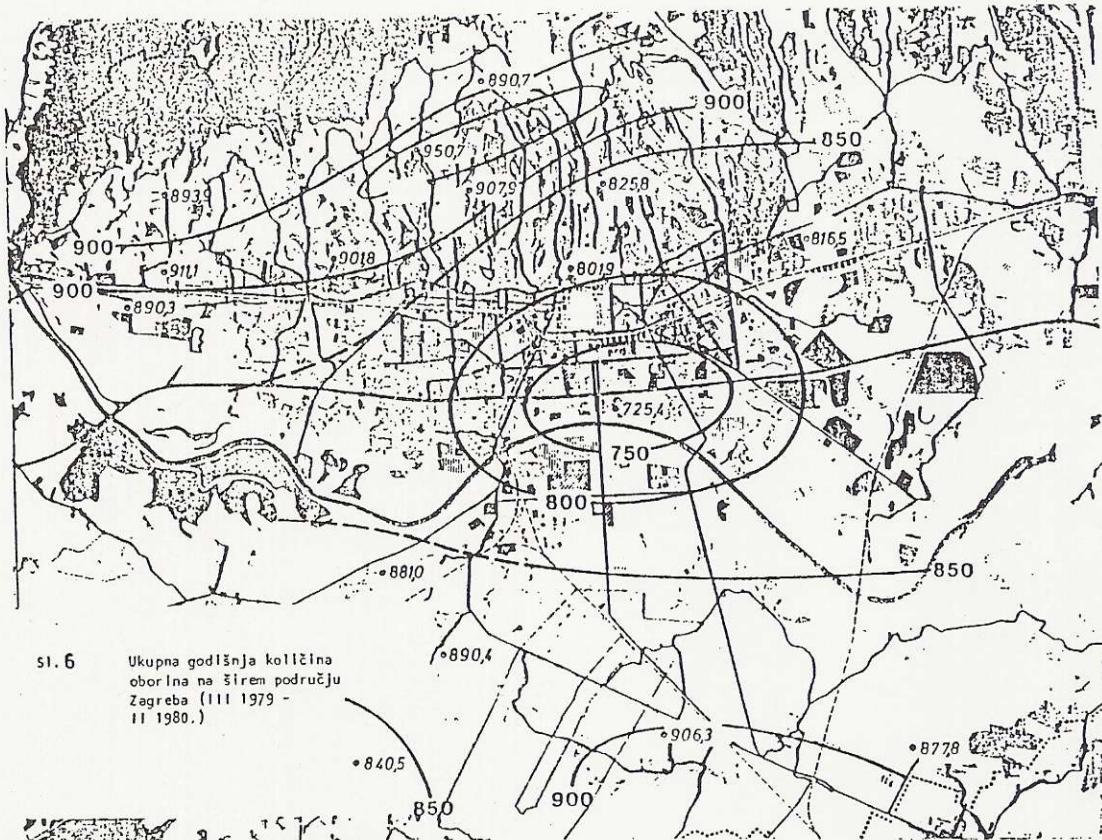
STANICA ZAGREB-Moksimir
RAZDOBLJE I 1979-XII 1980.



SMJER	N	NNE	NE	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WNW	NW	NNW
v >= 20	277	514	553	277	316	1028	711	395				
	4.74	12.65	12.77	4.55	4.35	8.30	4.35	3.95				
v >= 21	079	553	040	000	000	277	079	040				
	1.19	1.97	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00				



SMJER	N	NNE	NE	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WNW	NW	NNW
v >= 2.0	558	1759	471	116	255	718	255	139				
	14.35	46.71	16.2	4.62	3.70	17.8	1.16	3.70				
v >= 2.1	045	558	000	000	000	185	023	023				
	0.833	0.000	0.000	0.000	0.000	0.46	0.09	0.00				



3. ZAKLJUČAK

Prostorno-vremensku promjenljivost klime Zagreba moći ćemo proučavati samo sustavnim praćenjem meteoroloških veličina zabilježenih na relativno velikom broju glavnih, običnih i specijalnih stanica zagrebačkog područja. Parcijalno izučavanje (za potrebe pojedinih investitora) ne može biti način istraživačkog rada.

4. LITERATURA

- Böhm R, 1979: Meteorologie und Stadtplanung in Wien - ein Überblick, Wetter und Leben, Jahrgang 31, 1-11.
- Böhm R, 1979: Stadtentwicklung und Trend der Wärmeselintensität, Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B, 27, 31-46.
- Bratanić A, 1987: Meteorological stations Network in an Urban Area - the Case of Zagreb, Savjetovanje o urbanoj meteorologiji, Beograd.
- Gajić-Čapka M. i dr, 1980: Vodoprivredna osnova područja grada Zagreba, RHMZ SRH, Zagreb, 224.
- Hrabak-Tumpa G., i dr, 1981: Utjecaj stepenice Save kod Zagreba na formiranje magle, RHMZ SRH, Zagreb, 39.
- Hrabak-Tumpa G., i dr, 1981: Meteorološke i bioklimatske prilike lokacije buduće bolnice u Novom Zagrebu, RHMZ SRH, Zagreb, 137.
- Hrabak-Tumpa G., i dr, 1981: Bioklimatske karakteristike na području Zagreba, RHMZ SRH, Zagreb, 59.
- Koch E., 1986: Temperatursummenregel und urbane Wärmeinsel, Wetter und Leben, Jahrgang 38, 190-201.
- Litvinov J.V., 1982: Neprednamerennoe vlienie krupnih gorodov i promešlennih centrov na osadki, Met. i Gid., No 3, 111-117.
- Makjanić B., Penzar B., Penzar J, 1977: Prilog poznavanju klime grada Zagreba, I, Sveučilište u Zagrebu.
- Matveev L.T., 1979: Osobenosti meteorologičeskogo režima bol'sogo grada, Met. i Gid., No 5, 22-27.
- Skreffler J.H., 1979: Urban-Rural Differences in Tower-Measured Winds, St. Louis, Jour. of ApplMet, Vol 18, No 7, 829-835.
- Yamashita S. et al: On relationships between heat island and sky view factor in the cities of Tama River basin, Japan, Atmos. Envir., Vol 20. No 4, 681-686.

SOME CLIMATIC PARAMETERS OF THE HEAT ISLANDS IN ZAGREB

Gordana Hrabak-Tumpa
Hidrometeorological Institute of SR Croatia
Zagreb, Yugoslavia

The existence of "Heat city islands" has been noticed in the region of bigger urban environments. Several meteorological stations in the region of Zagreb are operational. On the basis of their data, a contribution of the urban environment to the variation of some meteorological parameters has been found. The occurrence of fog with contemporary occurrence of wind speed and direction was studied as well as the space distribution of temperature field, air humidity and precipitation in a wider region of Zagreb, depending on the insolation duration in the center and outskirts of the city.

НЕКОТОРЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСТРОВА ТЕПЛА В ЗАГРЕБЕ

Гордана Храбак-Тумпа
Гидрометеорологический Институт СР Хрватии
Загреб, Югославия

В сфере более крупных городских поселений наблюдается наличие острова теплого воздуха. В районе г. Загреба работает несколько метеорологических станций, которые предоставили данные для определения влияния урбанизированной территории на колебание некоторых метеорологических параметров. Изучали возникновение тумана с одновременным возникновением направления и скорости ветра, в зависимости от продолжительности инсоляции регистрируемой в центре города и на городской кайме, пространственное размещение полей температуры и влажности воздуха, а также осадки на более широкой территории Загреба.