

STATISTIČKI PRILOG PROCENI UTICAJA
URBANIH SREDINA NA TEMPERATURU VAZDUHA

Stevan Panin

Savezni hidrometeorološki zavod
Beograd, Jugoslavija

1. UVOD

Cilj ovoga rada je da se pomoću statističke tehnike utvrdi ponašanje temperature vazduha u dužem nizu godina u urbanoj sredini. Za te svrhe upotrebljeni su podaci temperature vazduha-srednje godišnje vrednosti kao i srednji godišnji ekstremi meteorološke opservatorije Beograd-Vračar od početka redovnog merenja tj. od 1888. do 1985. godine. U tom periodu postojala su neprekidna osmatranja izuzimajući 1914, 1915, 1918. i 1919. godinu za koje su uzete vrednosti interpolisane pomoću podataka Sr. Mitrovice i Zrenjanina.

Fizičku osnovu rada čini saznanje da urbanizacija, porast broja stanovništva i ljudske aktivnosti imaju većeg uticaja na minimalnu nego na maksimalnu temperaturu vazduha (M. Colacino and Rovelli A. 1983).

Na osnovu toga sledi da u dugom nizu podataka u uslovima urbanizacije i porasta broja stanovnika najizrazitiji efekat treba očekivati kod trenda minimalnih temperatura.

2. ANALIZA TRENDNA

Za opis trenda temperature vazduha u Beogradu upotrebljena je tehnika filtriranja niskih frekvencija. Prema toj tehnici svaka vrednost u vremenskom nizu dobija se množenjem težinskim koeficijentima M vrednosti pre posmatrane vrednosti i M vrednosti posle nje. Veličina M je dužina filtra koja se odabira tako da se postigne visok stepen tačnosti filtriranja frekvencija čije se karakteristike proučavaju. U ovom slučaju za opis trenda i za datu dužinu niza podataka N=98 godina izračunato je da je M=23. Izraz za izračunavanje filtriranih vrednosti X_t upotrebljen je u obliku

$$X_t = \sum_{k=-M}^M h_k X_{t-k} \quad t=1, 2, \dots, N \quad (1)$$

gde je h_k Ormsbiev filter odredjen izrazom

$$h_k = \frac{\sin(2\pi f_1 k \Delta t) \sin(2\pi f_2 k \Delta t)}{2\pi^2 f_2 (k \Delta t)^2} \quad (2)$$

Simbol $f_1=1/2 (f_r+f_c)$ i $f_2=1/2 (f_r-f_c)$ pri čemu su f_r i f_c poznati kao frekvencija prevrtanja (roll-off) i frekvencija odsecanja (cut-off), a $\Delta t=1$ godina. Odlika ovog filtra je da ne menja amplitudu filtriranog signala niti dovodi do pomeranja njegove faze. Treba takodje napome-

nuti da su rezultati ove vrste analize manje tačni na krajevima niza filtriranih vrednosti zbog poremećenosti simetrije ulaznih podataka.

Rezultati izračunavanja po formuli (1) prikazani su na slici 1. Već na prvi pogled je očigledno da je kod srednjih godišnjih minimalnih temperatura jasno izražen pozitivan trend. Upoređenjem filtriranih srednjih godišnjih vrednosti sa srednjakom celog niza može se takodje uočiti da postoji blag porast ovih vrednosti ali je mnogo slabiji od pozitivnog trenda srednjih godišnjih minimuma. Konačno grafik filtriranih srednjih godišnjih maksimuma, posmatrajući ceo period, ne opravdava zaključak o postojanju trenda srednjih godišnjih maksimuma. Uočava se jasno jedan maksimum sredinom pete decenije ovog veka, posle čega se godišnji maksimumi neprekidno smanjuju.

Mada izložene statističke činjenice ne objašnjavaju prirodu trenda temperature, može se, na osnovu znanja o fizičkim procesima koji odredjuju dnevne tokove temperature vazduha, sa dosta opravdanja pretpostaviti da u pozitivnom trendu minimalnih temperatura ima udela posredan ili neposredan uticaj urbanizacija i porast broja stanovništva na teritoriji grada Beograda.

Statistički značaj prednjih činjenica ispitan je medjusobnim upoređivanjem vrednosti u nizu podataka. Takav pristup obezbedjen je primenom Mann-Kendall-ovog rang testa slučajnosti trenda na srednje godišnje minimalne temperature izračunavanjem veličine (J. M Mitchell, 1966 et al.)

$$\tau = \frac{4P}{N(N-1)} - 1 \quad (3)$$

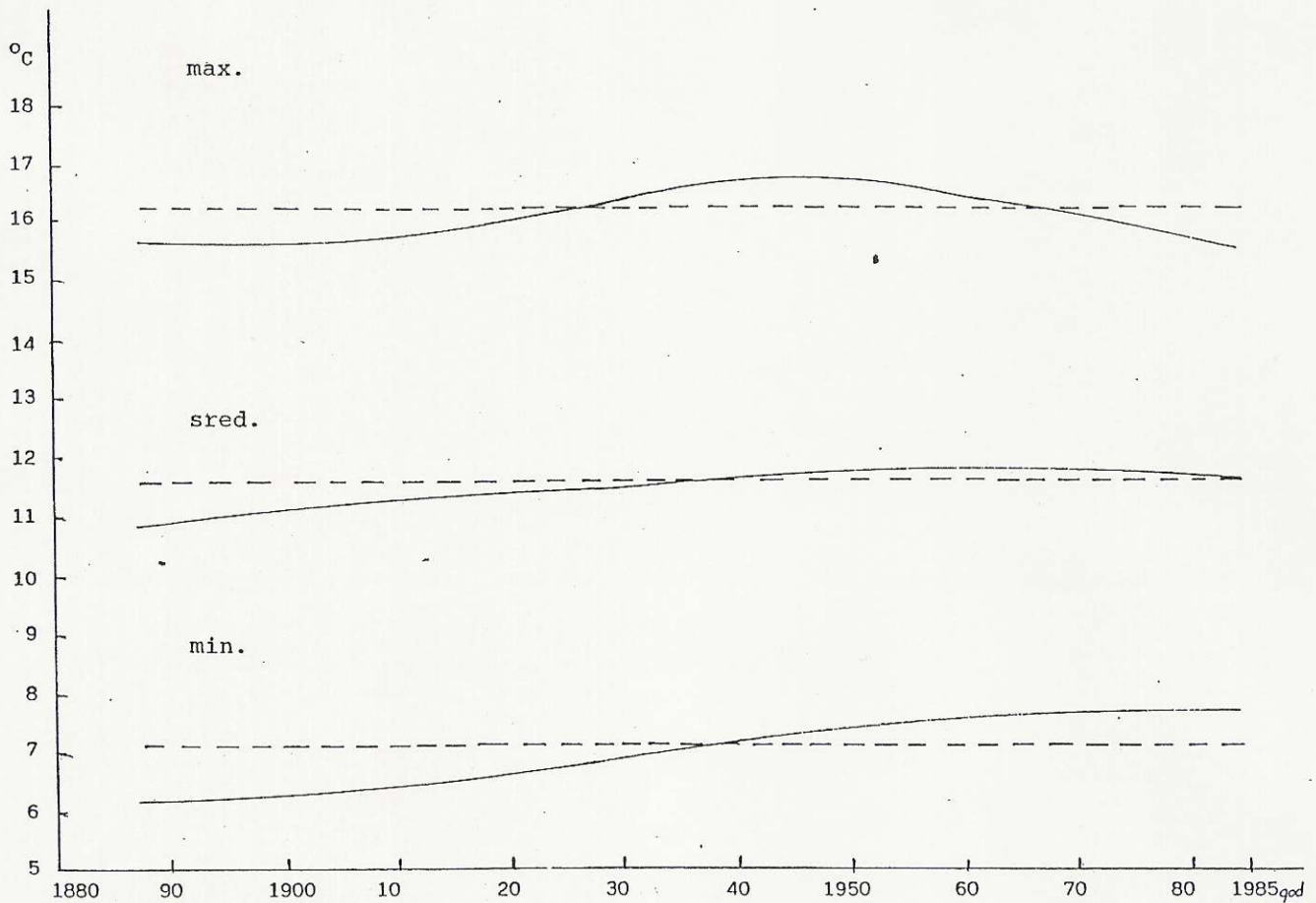
gde je:

$$P = \sum_{i=1}^{N-1} n_i$$

pri čemu je n_i veličina dobijena posmatranjem medjusobnih odnosa nefiltriranih srednjih godišnjih minimalnih temperatura i označava broj vrednosti koje su u nizu desno veće od svake pojedine posmatrane vrednosti. Izračunato je da vrednost po formuli (3) za srednje godišnje minimalne temperature iznosi 0.20. Upoređenjem ove vrednosti sa vrednošću dobijenom pomoću

$$\tau_t = \pm t_g \sqrt{\frac{4N+10}{9N(N-1)}} \quad (4)$$

koja za obezbedjenost od 95%, kada je



Sl. 1. Trend temperature vazduha u Beogradu dobijen numeričkim filtriranjem (isprekidane linije označavaju srednje vrednosti niza).

$t_g=1.96$, iznosi 0,137, vidi se da veličina r leži izvan granica ± 0.137 odnosno da, prema ovom testu, trend minimalnih temperatura nije slučajan. Time je i na ovaj način dat prilog pretpostavci da je u prošlosti trend minimalne temperature mogao imati uzrok u fizičkim procesima povezanim sa porastom broja stanovnika odnosno sa pojavama koje ga prate.

3. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Rezultati ovog rada pokazuju da je postojanje pozitivnog trenda temperature

u Beogradu očigledno. Ova pojava najverovatnije je posledica bar delimično ljudskih aktivnosti odnosno urbanizacije i porasta broja stanovnika na užoj teritoriji Beograda. Takav zaključak naročito opravdava činjenica da se trend srednje maksimalne temperature značajno razlikuje od trenda srednjeg godišnjeg minimuma. Međutim, i pored toga, biće potrebna dalja proučavanja da bi se utvrdio mogući doprinos pozitivnom trendu srednje minimalne temperature, drugih prirodnih pojava kao što su na primer promene nekih karakteristika atmosfere cirkulacije.

LITERATURA

Colacino M. and A. Rovelli, 1983: The yearly averaged air temperature in Rome from 1782 to 1975. Tellus Vol. 35A, No 5.

Mitchell J. M. et al. '966: Climatic change. WMO No 195 TP 100. Technical Note No 79. Geneva, Switzerland

Savezni hidrometeorološki zavod 1986: Arhiva podataka. Beograd