

UTJECAJ PROMJENE TERMINA MOTRENJA NA MJESEČNI
SREDNJAK TEMPERATURE ZRAKA

THE EFFECT OF CHANGES OF OBSERVATION HOURS ON
MEAN MONTHLY AIR TEMPERATURE

551.501.724

551.524.31

Marjana GAJIĆ-ČAPKA

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb

SUMMARY

Differences among the values obtained by the presently used method of monthly mean air temperature evaluation from the climatological hours

(07, 14, 21, $t = \frac{1}{4}(t_7 + t_{14} + 2t_{21})$ and two recently defined expressions, $t_k = n-k(n-t_m)$ and $t_\Delta = \frac{1}{4}[t_7 + t_{14} + 2(t_{19} - \Delta)]$ are considered and compared with the 24-hourly "true" mean. Tests of the differences and their mean variances indicate that for the stations examined and the periods considered, there is no essential difference among these methods.

POVZETEK

V članku smo primerjali vrednosti srednjih mesečnih temperatur zraka, ki smo jih izračunali s tremi različnimi metodami. Prva upošteva vrednosti temperatur ob 07^h, 14^h in 21^h, v drugih dveh pa smo postavili dva nova izraza, v katerih se namesto temperatur ob 14^h in 21^h pojavljajo temperature ob 13^h in 19^h ter minimalna temperatura. Dobljene rezultate smo primerjali s "pravimi" srednjimi temperaturami, ki smo jih izračunali iz urnih vrednosti temperatur zraka.

Testiranje razlik in pripadajočih srednjih varianc je pokazalo, da dajo vse tri metode rezultate, ki se med seboj ne razlikujejo veliko - vsaj pri obravnavanih postajah v petletnem nizu.

METODE I PODACI

Dnevni srednjak temperature zraka određuje se na području Hrvatske iz vrijednosti temperatura zraka očitanih u 07, 14 i 21 sat prema izrazu:

$$t = \frac{1}{4}(t_7 + t_{14} + 2t_{21}) \quad (1)$$

Navedeni termini uglavnom se koriste od kada postoje meteorološka motrenja u našim krajevima, tako da raspolažemo za stanoviti broj stanica s dugogodišnjim nizovima podataka, neprekinutim u smislu promjene termina motrenja.

Ukoliko bi se dnevni srednjak temperature zraka izračunavao iz vrijednosti t_7 , t_{13} i t_{19} dnevni srednjak bi se povisio, budući da je temperatura zraka u 19 sati uglavnom nešto više nego u 21 sat. Stoga bi bilo potrebno dati veću težinu temperaturi u 07 sati ili uvažiti i minimalnu temperaturu. Izraz za izračunavanje srednje dnevne temperature koji uvažava ove tvrdnje glasi:

$$t_k = n - k(n - t_m) \quad (2)$$

$$n = \frac{1}{3}(t_7 + t_{13} + t_{19})$$

k = faktor različit po mjesecima i položaju stanice

t_m = minimalna temperatura zraka između večernjeg termina motrenja prethodnog dana i danas.

U slučaju da izraz za izračunavanje srednje dnevne temperature zraka zadržava oblik (1), ali s vrijednostima t_7 , t_{14} i t_{19} , potrebno je vrijednost temperature, u večernjem terminu motrenja umanjiti za iznos Δ , kako bi bio dnevni srednjak temperature određen na taj način komparabilan s izrazom (1)

$$t_{\Delta} = \frac{1}{4} [t_7 + t_{14} + 2(t_{19} - \Delta)] \quad (3)$$

Ovaj rad razmatra utjecaj promjene termina motrenja na mjesečne srednjake temperature zraka određene izrazima (1), (2) i (3). Ocjena metoda za izračunavanje srednjaka provodi se komparacijom mjesečnih srednjaka temperature zraka \bar{t} , \bar{t}_k i \bar{t}_{Δ} , dobivenih iz terminskih podataka (t_7 , t_{13} , t_{14} , t_{19} , t_{21}), s "pravim" mjesečnim srednjakom temperature zraka \bar{t}_s (iz 24-satnih vrijednosti temperature). Ova usporedba radjena je na temelju podataka 8 stanica reprezentativnih za područje Hrvatske, a prema nizu 1971-1975. godina. Odabrane stanice za kontinentalno, sjeverno područje su Osijek, Slavonski Brod i Zagreb-Maksimir, za primorsko područje Pula, Mali Lošinj i Split-Marjan, te za planinski predio Gospić i Zavižan.

U analizi koja slijedi korištene su srednje mjesečne vrijednosti temperature zraka \bar{t} i \bar{t}_s koje su izračunate iz 30 (31) dnevnih podataka za t odnosno t_s , te \bar{t}_k i \bar{t}_{Δ} koji su dobiveni iz srednjih terminskih podataka, srednjeg minimuma i koeficijenta k i Δ za dotični mjesec.

Za srednju mjesečnu minimalnu temperaturu zraka \bar{t}_m uzeta je srednja vrijednost svih dnevnih minimalnih temperatura zraka koje se odnose na najnižu zabilježenu temperaturu zraka između 21 sat prethodnog dana i danas. Ukoliko bi se promijenio večernji termin motrenja, morala bi se upotrebljavati minimalna temperatura zraka koja se odnosi na vrijeme između 19 sati prethodnog dana i danas.

Vrijednosti koeficijenta k i Δ , koje se koriste u ovoj analizi, izračunate su u $1/10$ iz 10-godišnjeg niza 1961-1970. godine, tako da je \bar{t}_k odnosno \bar{t}_{Δ} za svaki mjesec u tih 10 godina izjednačen s pripadnim \bar{t}_s , a zatim su nadjene srednje višegodišnje vrijednosti k i Δ za svaki mjesec za svaku promatrane stanicu.

ANALIZA

Godišnji hodovi petogodišnjih srednjih vrijednosti razlika srednjih mjesečnih temperatura zraka $\bar{t} - \bar{t}_s$, $\bar{t}_k - \bar{t}_s$, $\bar{t}_{\Delta} - \bar{t}_s$ i $\bar{t}_k - \bar{t}$ imaju veće amplitude u kontinentalnom sjevernom dijelu Hrvatske nego u planinskim i primorskim predjelima. Apsolutni ekstremi srednje razlike mjesečnih srednjaka temperature zraka iznose za $\bar{t} - \bar{t}_s$ 0.3°C, za $\bar{t}_k - \bar{t}_s$ 0.2°C, za $\bar{t}_{\Delta} - \bar{t}_s$ 0.4°C. Međutim, srednje razlike veće od 0.3°C javljaju se veoma rijetko kao što pokazuje slika 2. Pojavljivanje ekstremnih razlika, bilo najvećih ili najmanjih, nije niti kod jedne razlike grupirano u pojedinim mjesecima ili dijelovima godine. Godišnji hodovi ne pokazuju niti kod jedne stanice određene pravilnosti. Kod svake pojedine stanice uglav-

nom ne postoji paralelnost u godišnjim hodovima srednjih razlika (slika 1.).

Stanica	$\bar{t} - \bar{t}_s$		$\bar{t}_k - \bar{t}_s$		$\bar{t} - \bar{t}_s$		$\bar{t}_k - \bar{t}$	
	min	maks	min	maks	min	maks	min	maks
Osijek	-0.26	0.14	-0.06	0.12	-0.36	0.16	-0.16	0.30
Sl. Brod	0.00	0.16	-0.16	0.12	-0.30	0.24	-0.28	0.12
Zgb. -Maks.	-0.32	0.14	-0.24	0.04	-0.26	0.22	-0.16	0.24
Zavižan	-0.28	0.12	-0.04	0.08	-0.16	0.10	-0.14	0.28
Gospić	-0.16	0.16	-0.18	0.08	-0.22	0.18	-0.30	0.10
Pula	-0.30	0.20	-0.08	0.14	-0.08	0.06	-0.28	0.36
M. Lišinj	-0.14	0.14	-0.06	0.08	-0.08	0.14	-0.06	0.22
Split-Marj.	-0.12	0.24	-0.04	0.12	-0.10	0.14	-0.16	0.12

Tabela 1 Najmanje i najveće srednje razlike mjesečnih srednjaka temperature zraka (°C), 1971-1975.

Table 1 Minimum and maximum mean differences of mean monthly temperatures (°C) for the period 1971-1975.

Sliku o najčešćim vrijednostima razlika promatranih mjesečnih srednjaka temperature zraka i pravog srednjaka, te srednjaka \bar{t}_k i \bar{t} kao i njihovo rasipanje, daje razdioba čestina razlika za promatrani petogodišnji niz 1971-1975. godina. Ukupni broj slučaja je 60, budući da promatramo 5 godina po 12 mjeseci (slika 2.)

Najčešće razlike su za:

1. $\bar{t} - \bar{t}_s$ u kontinentalnom dijelu 0.1°C, a u planinskom i primorskom 0.0°C.
2. $\bar{t}_k - \bar{t}_s$ je -0.1°C u kontinentalnom, 0.0°C u planinskom, a 0.1°C u primorskom području
3. $\bar{t}_\Delta - \bar{t}_s$ dobiju se u kontinentalnom dijelu vrlo raznoliki rezultati i najčešća razlika varira od -0.2° do 0.1°C, u planinskom predjelu su najčešće razlike -0,3 do 0.2°C, te u primorskom 0.0°.

4. $\bar{t}_k - \bar{t}$ u kontinentalnom dijelu -0.1° i 0.0°C, a u planinskom i primorskom dijelu -0.1°.

Napominjamo, da greške motrenja koje se toleriraju iznose 0.1°C.

Daljnjom analizom dolazi se do interesantnih rezultata koji se tiču srednjih godišnjih razlika i pripadnih standardnih devijacija za sve tri formule (tabela 2.).

Na temelju podataka 8 reprezentativnih stanica s područja Hrvatske, dobiveno je da je godišnji srednjak \bar{t}_k najbliži "pravom" srednjaku \bar{t}_s ($\bar{x}_1 = \bar{t}_k - \bar{t}_s = -0.005^\circ\text{C}$) i da je srednja standardna devijacija, ove razlike, tj. rasipanje točaka najmanje ($\sigma_{k-s} = 0.105^\circ\text{C}$). Zatim slijedi \bar{t} sa srednjom godišnjom razlikom ($\bar{x}_2 = \bar{t} - \bar{t}_s = -0.016^\circ\text{C}$) i sa standardnom devijacijom $\sigma_{t-s} = 0.149^\circ\text{C}$. Srednjak \bar{t}_Δ , čije srednje godišnje odstupanje $\bar{x}_3 = \bar{t}_\Delta - \bar{t}_s = -0.022^\circ\text{C}$ ima pripadnu standardnu devijaciju $\sigma_{\Delta-s} = 0.184^\circ\text{C}$. Zaokružene na jednu decimalu sve tri razlike iznose međjutim 0.0°C.

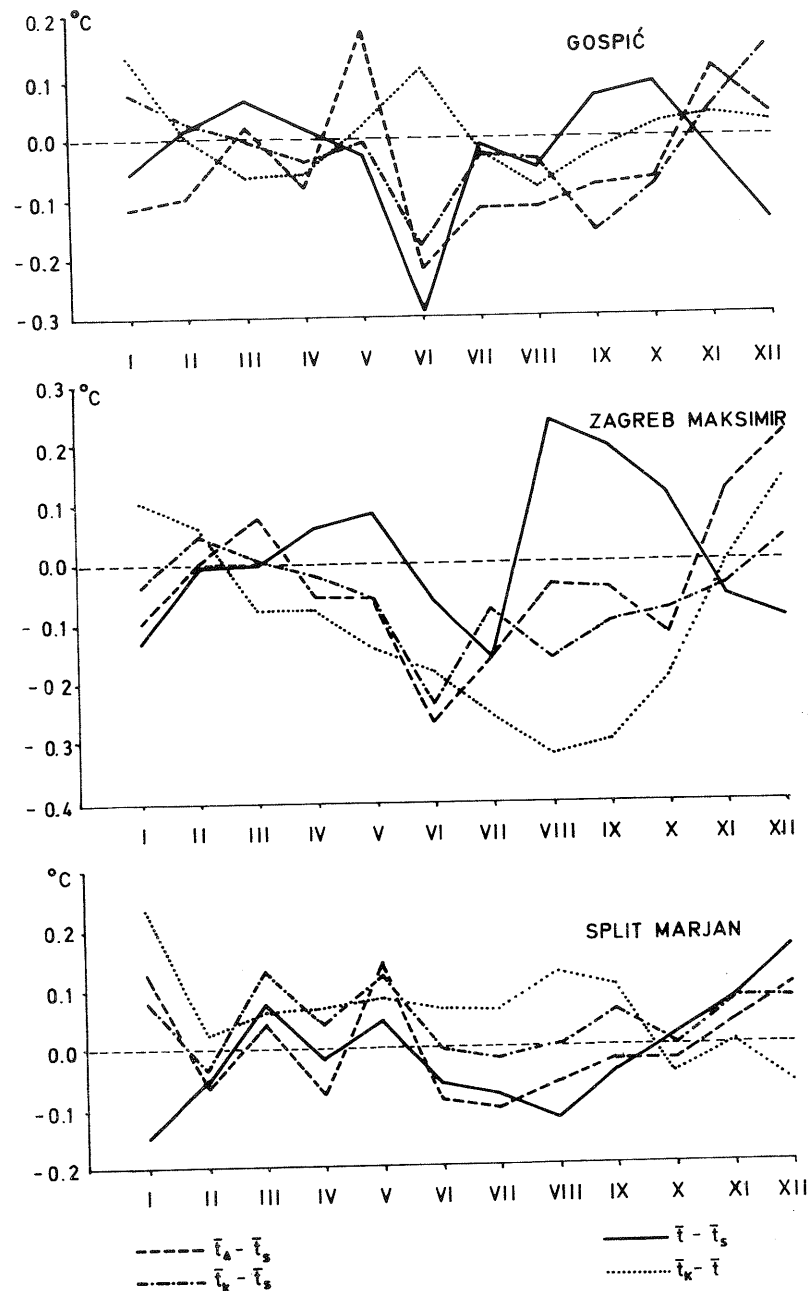
Postavlja se pitanje, da li su razlike $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ i $\bar{x}_1 - \bar{x}_3$ značajne. Odgovor nam daje Studentov t - test, koji je pokazao, da razlike nisu značajne. Naime, za obje razlike prihvaćene su nul hipoteze, da su osnovne normalne distribucije iz kojih potječu uzorci identične budući da su varijable t t-razdiobe pale u područje prihvaćanja hipoteze H_0 .

Testiranje standardnih devijacija (zapravo varijanci σ_{k-s}^2 , σ_{t-s}^2 i $\sigma_{\Delta-s}^2$) provedeno je pomoću F-testa. Kod razmatranja uzoraka s varijancama $s_1^2 = \sigma_{k-s}^2$ i $s_2^2 = \sigma_{t-s}^2$, te uzoraka s varijancama $s_1^2 = \sigma_{k-s}^2$ i $s_3^2 = \sigma_{\Delta-s}^2$ dobili smo da je izračunati F manji od tabličnog F. Stoga za oba slučaja prihvaćamo hipotezu H_0 . Drugim riječima, procjene s_1^2 i s_2^2 , te s_1^2 i s_3^2 signifikantno se ne razlikuju, pa na bazi gornjih uzoraka ne možemo zaključiti da uzorci potječu iz normalnih razdioba s različitim varijancama /4/.

Tabela 2 Srednje godišnje razlike i pripadne standardne devijacije (°C) za odabrane stanice 1971 - 1975

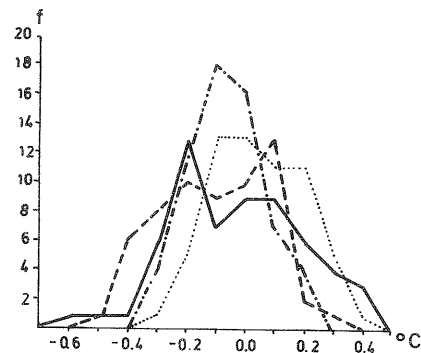
Table 2 Mean annual differences and their standard deviations (°C) for given stations for the period 1971 - 1975.

Razlike STANICE	$\bar{x}_1 = \bar{t}_k - \bar{t}_s$		$\bar{x}_2 = \bar{t} - \bar{t}_s$		$\bar{x}_3 = \bar{t}_\Delta - \bar{t}_s$		$\bar{x}_4 = \bar{t}_k - \bar{t}$	
	sred.	σ	sred.	σ	sred.	σ	sred.	σ
Osjek	-0.01	0.10	0.00	0.17	-0.08	0.25	0.00	0.18
Sl. Brod	0.00	0.12	0.06	0.15	0.02	0.25	-0.05	0.15
Zagreb-Maksimir	-0.06	0.13	-0.10	0.19	-0.04	0.23	0.02	0.15
Zavižan	0.00	0.09	-0.04	0.13	-0.04	0.11	0.05	0.15
Gospić	-0.01	0.12	0.01	0.13	-0.04	0.28	-0.03	0.17
Pula	-0.04	0.09	-0.08	0.18	-0.02	0.14	0.05	0.21
M. Lošinj	0.04	0.09	-0.01	0.11	0.02	0.10	0.04	0.10
Split-Marjan	0.04	0.10	0.03	0.13	0.00	0.11	0.02	0.13
kontinen. dio	-0.02	0.12	-0.01	0.17	-0.03	0.24	-0.01	0.16
planinski dio	0.00	0.10	-0.02	0.13	-0.04	0.20	0.01	0.16
primorski dio	0.01	0.09	-0.02	0.14	0.00	0.12	0.04	0.15
srednjak za cijelo područje	-0.005	0.105	-0.016	0.149	-0.022	0.184	0.017	0.155

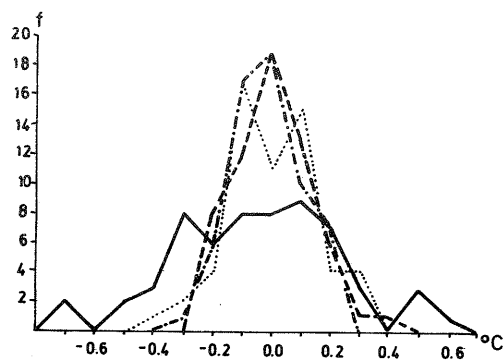


Slika 1 Godišnji hod srednjih razlika $\bar{t} - \bar{t}_s$, $\bar{t}_k - \bar{t}_s$, $\bar{t}_\Delta - \bar{t}_s$ i $\bar{t}_k - \bar{t}$ za odabrane stanice. Razdoblje: 1971 - 1975.

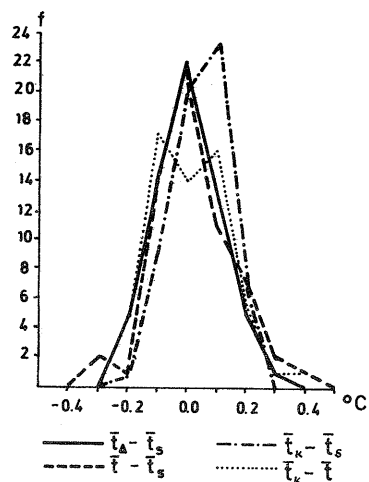
Fig. 1 Annual course of mean differences $\bar{t} - \bar{t}_s$, $\bar{t}_k - \bar{t}_s$, $\bar{t}_\Delta - \bar{t}_s$ and $\bar{t}_k - \bar{t}$ for given stations, 1971 - 1975.



ZAGREB MAKSIMIR



GOSPIĆ



SPLIT MARJAN

Slika 2 Razdiobe čestina razlika srednjih mjesečnih temperatura zraka za odabrane stanice. Razdoblje: 1971 - 1975.

Fig. 2 Frequency distributions for differences of mean monthly temperatures for given stations, 1971 - 1975.

ZAKLJUČAK

Dosadašnja analiza je pokazala, da od tri ispitivane srednje mjesečne temperature zraka, srednja mjesečna temperatura zraka dobivena prema formuli $\bar{t}_k = \bar{n} - k(\bar{n} - \bar{t}_m)$ daje najbolje rezultate u usporedbi s "pravim" srednjim mjesečnim vrijednostima temperature zraka \bar{t}_s . Zatim slijedi srednjak temperature zraka dobiven prema formuli $\bar{t} = 1/4(\bar{t}_7 + \bar{t}_{14} + 2\bar{t}_{21})$ a onda prema formuli $\bar{t}_\Delta = 1/4[\bar{t}_7 + \bar{t}_{14} + 2 \cdot (\bar{t}_{19} - \Delta)]$. Medjutim, testiranje odstupanja srednjih godišnjih razlika $\bar{t}_k - \bar{t}_s$ od $\bar{t} - \bar{t}_s$, $\bar{t}_k - \bar{t}_s$ od $\bar{t}_\Delta - \bar{t}_s$ i $\bar{t} - \bar{t}_s$ od $\bar{t}_\Delta - \bar{t}_s$ kao i pripadnih srednjih varijanci pokazalo je da ta odstupanja nisu značajna i da se varijance bitno ne razlikuju. Stoga moramo zaključiti da sve tri metode daju podjednake rezultate. Kao što pokazuje razdioba čestina razlika (slika 2), razlike veće od 0.3°C predstavljaju rijedak događaj.

SIMBOLI I DEFINICIJE srednjih mjesečnih temperatura zraka

$$\bar{t}_s = 1/N (\sum t_{si})$$

$$\bar{t} = 1/4 (\bar{t}_7 + \bar{t}_{14} + 2\bar{t}_{21})$$

$$\bar{t}_k = \bar{n} - k(\bar{n} - \bar{t}_m)$$

$$\bar{t}_\Delta = 1/4 [\bar{t}_7 + \bar{t}_{14} + 2(\bar{t}_{19} - \Delta)]$$

gdje su:

$$i = i, \dots, N$$

N= broj dana u mjesecu

$\bar{t}_7, \bar{t}_{13}, \bar{t}_{14}, \bar{t}_{19}, \bar{t}_{21}$ srednje mjesečne terminske temperature zraka

\bar{t}_m srednja mjesečna minimalna temperatura zraka

$$\bar{n} = 1/3 (\bar{t}_7 + \bar{t}_{13} + \bar{t}_{19})$$

k = koeficijent za izračunavanje \bar{t}_k

$\Delta =$ " " " " \bar{t}

LITERATURA

- /1/ KIRIGIN, J. (1973): O mogućnosti izmjene večernjeg termina motrenja na običnim meteorološkim stanicama, Rad za stručni ispit, Zagreb.
- /2/ KRAMER, M (1976): Vergleich verschiedener Methoden, Temperaturmittel za berechnen, Wetter und Leben, 28, str. 111-115.
- /3/ MÜLLER, P. (1974): Die Monatsmittelbildung der Temperatur für Obersiebenbrunn und deren Abweichung gegenüber Wien, Wetter u. Leben, 26, str. 27-30.
- /4/ PAVLIĆ, I. Statistička teorija i primjena, Zagreb.
- /5/ PLEŠKO, N. i ŠINIK, N. (1967): Sekularne varijacije temperature u odnosu na Atlas klime SFRJ, HMZ SR Hrvatske, Zagreb.
- /6/ SIOGAS, L. (1972): Vergleich von Temperaturmittelbildung mit dem wahren Mittel für das Observatorium Innsbruck - Universität, Wetter u. Leben 24, str. 17-22.
- /7/ Stručni pravilnik, SMO, Geneve.
- /8/ TROSCHL, H. (1972): Die Monatsmittelbildung der Temperatur für Klagenfurt, Wetter u. Leben, 24, str. 160-168.
- /9/ ZUPANČIČ, B. (1977): Presoja metod za računanje poprečne dnevne temperature, Razprave-Papers XXI, št. 1, 2, str. 5-11, Ljubljana.