

## PRECIZNOST KLIMATOLOŠKIH PODATAKA

### Climatological data precision

IVO LUKŠIĆ

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske  
Primljeno 15. lipnja 1989, u konačnom obliku 20. srpnja 1989.

**Sažetak:** Pojam preciznosti u ovom radu povezuje se sa sklonošću motritelja prema nekim vrijednostima. Ako je ta sklonost izrazitija, preciznost je manja. Definirani su pokazatelji preciznosti temperature suhog i mokrog termometra, naoblake, jačine i smjera vjetra. Prema tim pokazateljima preciznost podataka nije stalna, već se mijenja ovisno o uvjetima motrenja (noć, turbulencija, zimski uvjeti, opterećenost motritelja itd.). Mjerodavni pokazatelji preciznosti temperature zraka upozoravaju da termin 21 h nije za veći broj motritelja bitno vremenski nepogodniji od termina 7 i 14 h.

**Ključne riječi:** Kontrola kvalitete; Preciznost podataka; Psihološke pogreške; Efekt slučajnosti.

**Abstract:** The term precision in this paper is related to the preference of observers for some values. If the preference is more marked the precision is less. Precision indicators for the air temperature, wet bulb temperature, cloudiness, wind force and wind direction are defined. According to these indicators data precision is not constant, i. e. it depends on observing conditions (night, turbulence, winter conditions, load of observer etc.). The competent air temperature precision indicators show that the observation time at 21 LMT is not less favourable in time than those at 07 and 14 LMT for the majority of observers.

**Key words:** Quality control; Data precision; Psychological errors; Effect of randomness.

#### 1. UVOD

Motritelji često pokazuju sklonost prema nekim vrijednostima. Poznata je sklonost prema parnim desetinama °C u temperaturi zraka ili prema jednoslovnim i dvoslovnim smjerovima vjetra. To su tzv. psihološke pogreške (Filipov, 1968). Takve pogreške nisu beznačajne. Tako Makjanić (1959) o smjeru vjetra stanice Lučko navodi: »Nažalost ovi podaci trpe od uobičajenog nedostatka kod ove vrste motrenja, a koji se sastoji u tome da su međusmjerni sa tri slova (NNE, ENE, ...) zanemarivani u korist susjednih smjerova s jednim ili dva slova«. Ovaj nedostatak pojavljuje se i pri očitavanju anemografskih traka (Lukšić, 1986). U zimskim mjesecima čak i male psihološke pogreške temperature suhog i mokrog termometra mogu imati kao posljedicu značajne pogreške u relativnoj vlazi i tlaku vodene pare. Psihološke pogreške naoblake mogu značajno utjecati na broj vedrih i oblačnih dana, a također i na srednju mjesečnu naoblaku.

Podaci o psihološkim pogreškama veoma su oskudni. Zapravo, dostupan je bio samo veoma kratki opis eksperimenata u SAD (Filipov, 1968). U tim eksperimentima smanjenje čestine psiholoških pogrešaka u smjeru vjetra postignuto je na taj način što su glavni smjerovi vjetra označavani neparnim, a međusmjerni parnim brojevima.

Analiza psiholoških pogrešaka, koja se opisuje u ovom radu, proizašla je iz razrade i višegodišnje primjene operativne kontrole psiholoških pogrešaka (Lukšić, 1986), te dodatnih proučavanja tih pogrešaka u RHMZ-u SR Hrvatske.

Pojam preciznosti u ovom radu odnosi se na psihološke pogreške. Ako ih ima manje, preciznost je veća, a ako ih ima više, preciznost je manja.

Kontrola preciznosti provodi se u Hrvatskoj operativno po mjesecima od 1981. godine. Ta kontrola obuhvaća klimatološke podatke svih glavnih i običnih meteoroloških stanica. Takvih stanica ima oko 140. Kontrola daje za svaku stanicu i za svaki meteorološki element skupnu ocjenu preciznosti svih terminskih vrijednosti za 7, 14 i 21 h. Ta kontrola pokazuje brojnost psiholoških pogrešaka, ali ne i njihove iznose. Ti se mogu procijeniti uvidom u osnovne podatke.

Kontrola preciznosti operativno se provodi samo u Hrvatskoj i Vojvodini (PHMZ SAP Vojvodine, 1987).

Kontrola preciznosti iznijela je na vidjelo manje poznate sklonosti: neparne desetine °C u temperaturi suhog ili mokrog termometra, parne desetine °C u temperaturi suhog termometra a neparne u temperaturi mokrog ili suprotno, naoblaka 0, 5 i 10 desetina neba, naoblaka 1

desetina neba uz zanemarivanje naoblake 0 desetina neba, parne ili neparne vrijednosti naoblake, parne ili neparne jačine vjetra, tišine i troslovni smjerovi vjetra (Lukšić, 1986). Pozadina ovih pogrešaka nije uvijek sasvim psihološke prirode.

U vezi s kontrolom preciznosti nema ispravaka postojećih podataka. Kontrola preciznosti daje sliku postojećeg stanja i potiče akcije uklanjanja psiholoških pogrešaka u njihovom izvoru, a to je motritelj. Te akcije dale su osjetna poboljšanja. Međutim, poboljšanja ne dolaze lako i brzo, a ponekad mogu biti samo privremena. To pokazuje, da je sklonost prema tim nedostacima duboko usadena u motritelju.

Preciznost meteoroloških podataka zavisi o kritičnosti, navikama, osposobljenosti, savjesti, zainteresiranosti, zdravlju, zrelosti, vidu i drugim osobinama motritelja. Taj složeni unutrašnji sustav motritelja nije neosjetljiv na različite vanjske utjecaje. To mogu biti: životni uvjeti, vremenska pogodnost nekog termina motrenja za motritelja, novčana primanja, postupci Zavoda, upozorenje o nedostacima, radni uvjeti (slabo osvjetljenje vjetrokaza noću, slaba vidljivost žive ili alkohola u termometru, prljavo staklo termometra, gruba skala termometra, psihometrijske tablice samo s parnim psihometrijskim razlikama), temperatura zraka u cijelim °C u prikazu vremena na radiju i televiziji itd.

Poboljšanje preciznosti posljedica je promjene u unutrašnjem sustavu motritelja ili promjene vanjskih uvjeta. Prva promjena očito nije jednostavna, ali je moguća. Potiču je ili koče vanjski utjecaji. Ti utjecaji mogu dakle poboljšati preciznost i direktno i indirektno preko unutrašnjeg sustava motritelja. Stoga o vanjskim utjecajima treba voditi posebnu brigu, ako se želi postići poboljšanje.

U ovom radu primijenit će se princip kontrole preciznosti (Lukšić, 1986) odvojeno na svaki termin i to na temperaturu suhog i mokrog termometra, naoblaku, jačinu i smjer vjetra. Cilj je bolje upoznati vanjske utjecaje i reakciju unutrašnjeg sustava motritelja na te utjecaje. Te spoznaje korisne su pri planiranju različitih akcija u mreži meteoroloških stanica, a posebno onih koje su usmjerene na poboljšanje kvalitete podataka.

## 2. DEFINICIJE POKAZATELJA PRECIZNOSTI

Za svaku stanicu u Hrvatskoj, za svaki mjesec u 1985. godini i odvojeno za svaki termin 7, 14 i 21 h izračunate su vrijednosti ovih veličina:

$$t = \frac{t_1 - t_2}{t_1 + t_2} 100$$

$$w = \frac{w_1 - w_2}{w_1 + w_2} 100$$

$$n = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} 100$$

$$f = \frac{f_1 - f_2}{f_1 + f_2} 100$$

$$d = \frac{d_1 - d_2}{d_1 + d_2} 100$$

gdje je:

$t_1$  čestina znamenki 1, 3 i 9, a  $t_2$  čestina znamenki 0, 2 i 8 na mjestu desetina °C u terminskim vrijednostima temperature suhog termometra,

$w_1$  čestina znamenki 1, 3 i 9, a  $w_2$  čestina znamenki 0, 2 i 8 na mjestu desetina °C u terminskim vrijednostima temperature mokrog termometra,

$n_1$  čestina naoblake 1, 3, 5 i 7 desetina neba, a  $n_2$  čestina naoblake 2, 4, 6 i 8 desetina neba,

$f_1$  čestina jačine vjetra 1, 3, 5, 7, 9 i 11 B, a  $f_2$  čestina jačine vjetra 2, 4, 6, 8, 10 i 12 B,

$d_1$  čestina smjerova vjetra NNE, ENE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW i NNW, a  $d_2$  čestina smjerova vjetra N, NE, E, SE, S, SW, W i NW.

Vrijednosti  $t$ ,  $w$ ,  $n$ ,  $f$  i  $d$  mogu se mijenjati od -100 do 100. Ako motritelj nema uobičajenih ili drugih sklonosti prema nekim vrijednostima, vrijednosti  $t$ ,  $w$ ,  $n$ ,  $f$  i  $d$  bit će približno jednake nuli. U protivnom slučaju odgovarajuće vrijednosti bit će izrazito veće ili manje od nule. Odstupanja od nule bit će veća što je sklonost motritelja izrazitija, odnosno što je preciznost određivanja dotičnog meteorološkog elementa manja.

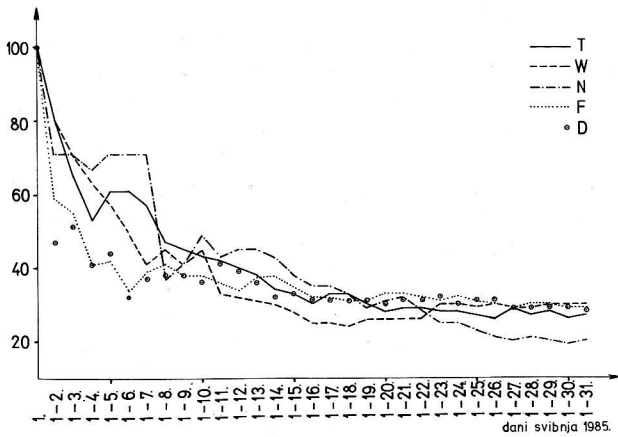
U daljnjem postupku određeni su srednjaci apsolutnih vrijednosti veličina  $t$ ,  $w$ ,  $n$ ,  $f$  i  $d$  svih stanica Hrvatske zajedno, i to posebno za svaki termin u svakom mjesecu. Ti srednjaci označeni su s T, W, N, F i D. Smanjenje preciznosti povećava vrijednosti tih srednjaka. Srednjaci T, W, N, F i D nazivaju se ovdje pokazateljima preciznosti.

## 3. EFEKT SLUČAJNOSTI

Efekt slučajnosti objasniti će se na primjeru veličine N. Pri smanjenju vrijednosti  $n_1 + n_2$  na većem broju stanica vrijednosti  $n$  bit će češće slučajno znatno povećane ili smanjene. Ta slučajna povećanja i smanjenja ne poništavaju se potpuno u vrijednosti N, već donose povećanje te vrijednosti, jer je N srednjak apsolutnih vrijednosti veličine  $n$ . Takvo slučajnošću uvjetovano povećanje N pri smanjenju vrijednosti  $n_1 + n_2$  naziva se ovdje efektom slučajnosti.

Taj efekt pojasnit će se primjerima. Neka dvije početne vrijednosti  $n$  iznose 10. Nakon umjetnog ili prirodnog smanjenja vrijednosti  $n_1 + n_2$  neka jedna vrijednost  $n$  slučajno poraste za 30, a druga neka se slučajno smanji za 30. U oba primjera apsolutna vrijednost veličine  $n$  porasla je i daje doprinos povećanju N. I porast i smanjenje veličine  $n$  za 30 daje doprinos povećanju N, ako je početna vrijednost veličine  $n$  veća od -15 i manja od 15. Isto tako uz početnu vrijednost veličine  $n$  10 i porast i smanjenje veličine  $n$  za više od 20 daje doprinos povećanju N. Te relativno veće promjene veličine  $n$ , koje doprinose povećanju N bez obzira na njihov smisao, dovode zapravo do efekta slučajnosti. Iz navedenih primjera može se dakle zaključiti, da će efekt slučajnosti biti izrazitiji što je početna vrijednost  $n$  bliža nuli i što je promjena vrijednosti  $n$  veća. Ova posljednja je obično veća što je vrijednost  $n_1 + n_2$  manja i što je smanjenje vrijednosti  $n_1 + n_2$  veće.

Efekt slučajnosti vidi se u vrijednostima T, W, N, F i D na slici 1, gdje je umjetno izazvan uvažavanjem podataka za 7 h iz sve manjeg broja dana za svibanj 1985. godine. Podaci se odnose na 17 stanica ravnomjerno raspoređenih po Hrvatskoj.



Slika 1. Vrijednosti pokazatelja preciznosti T, W, N, F i D za prvi dan svibnja, za prva dva dana svibnja, za prva tri dana svibnja itd, izračunate iz podataka 17 stanica Hrvatske za 7 h u 1985. godini

Fig. 1. Values of the precision indicator T, W, N, F and D for the first day in May, the first two days in May, the first three days in May etc, calculated from the data of 17 stations in Croatia for the observation time of 07 LMT in 1985.

Efekt slučajnosti ispoljava se ako se vrijednosti nazivnika u izrazu za  $t$ ,  $w$ ,  $n$ ,  $f$  ili  $d$  smanje na većem broju stranica. To se ostvaruje u mjesecima s manjim brojem dana. Međutim, efekt slučajnosti slabo dolazi do izražaja ako se uspoređuju mjeseci s 31 danom s ostalim mjesecima (tablica 1, razlika A). Ako se pak uspoređuju siječanj i ožujak s veljačom, koja ima osjetno manje dana, efekt slučajnosti vidi se dobro u svim pokazateljima preciznosti (tablica 1, razlika B).

Osobito je izrazit efekt slučajnosti kod naoblake u tablici 1. Veći nagib krivulje za N na desnom dijelu slike 1, koji je bliži realnim uvjetima, pokazuje isto. Razlozi su

Tablica 1. Razlika između srednjaka vrijednosti T, W, N, F ili D za sve mjesece s 28, 29 ili 30 dana i istog srednjaka za sve mjesece s 31 danom (A), te razlika između srednjaka vrijednosti T, W, N, F ili D za veljaču i istog srednjaka za siječanj i ožujak (B); uvaženi su podaci termina 7, 14 i 21 h za oko 140 stanica Hrvatske u razdoblju 1981–1987.

Tabl. 1. Difference between the mean values of T, W, N, F or D for all months with 28, 29 or 30 days and the same mean for all months with 31 days (A), as well as the difference between the mean of T, W, N, F or D for February and the same mean for January and March (B); data for observation times at 07, 14 and 21 LMT at about 140 stations in Croatia in the period 1981–1987 were taken.

pokazatelj preciznosti precision indicator	A	B
T	-0.09	0.08
W	0.13	0.27
N	0.71	5.17
F	-0.33	0.81
D	0.31	1.13
zbroj sum	0.73	7.46

manje razlike između vrijednosti  $n$  i nule, te manje vrijednosti  $n_1+n_2$ .

Prema tablici 1 efekt slučajnosti zbog različitog broja dana u mjesecu osjetan je samo u vrijednostima N.

U vrijednostima N, F i D efekt slučajnosti može biti i meteorološki uvjetovan. Na primjer, u nekom se mjesecu može zbog meteoroloških uvjeta smanjiti čestina stupnjeva naoblake 1–8 desetina neba ili povećati broj tišina na većem broju stanica. Takve meteorološke promjene, umanjujući vrijednosti  $n_1+n_2$ , odnosno  $f_1+f_2$  i  $d_1+d_2$ , omogućavaju efekt slučajnosti. Za vrijednosti T i W nema takve mogućnosti, jer se vrijednosti  $t_1+t_2$  i  $w_1+w_2$  ne mogu zbog meteoroloških uvjeta smanjiti na većem broju stanica.

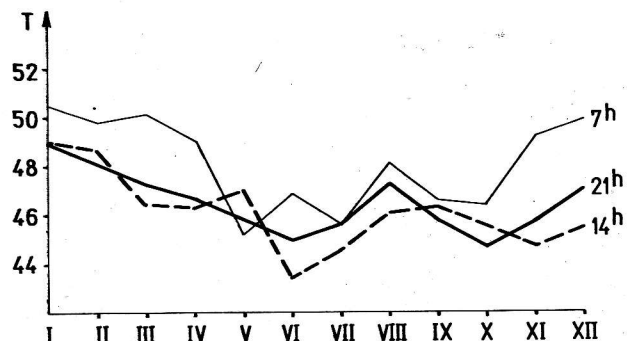
Uvažavajući sve mogućnosti, može se zaključiti da efekt slučajnosti u normalnim uvjetima nema značajnijeg utjecaja u vrijednostima T i W, dok u vrijednostima N, F i D taj utjecaj može biti značajan.

#### 4. VRIJEDNOSTI POKAZATELJA PRECIZNOSTI

Prvo će se razmotriti sličnosti u godišnjem hodu vrijednosti T za 7, 14 i 21 h (slika 2). Vrijednosti T snižene su u toplom dijelu godine. To upućuje na zaključak da je tada preciznost temperature suhog termometra bolja. Objašnjenje su povoljniji uvjeti motrenja u tom dijelu godine.

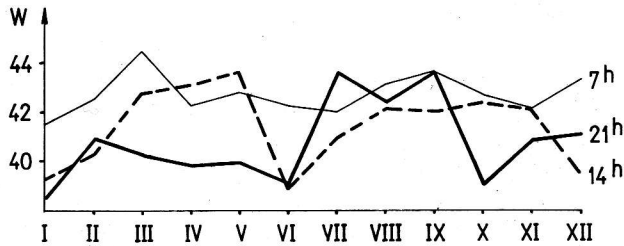
Uočavaju se systemske razlike između vrijednosti T za 7, 14 i 21 h. Tako je vrijednost T u 7 h tijekom godine pretežno veća nego u 14 ili 21 h. Između vrijednosti T za 14 i 21 h ne vide se veće ili sistematske razlike. To pokazuje da je preciznost temperature zraka najslabija u 7 h, dok je u 14 i 21 h približno jednaka. Smanjenje preciznosti temperature zraka u 7 h objašnjava se većim opterećenjem motritelja u tom terminu.

Vrijednosti W u 7, 14 i 21 h nemaju tendenciju smanjenja u toplom dijelu godine kao vrijednosti T (slika 3). Jedan razlog je svakako taj, što neki motritelji glavnih meteoroloških stanica u otežanim zimskim uvjetima često nepravilno određuju temperaturu mokrog termometra pomoću temperature suhog termometra, relativne vlage prema higrografu i psihometrijskih tablica. U tom slučaju preciznost temperature mokrog termometra je dobra, jer u toj temperaturi nema psiholoških pogrešaka. Jedan dio takvih slučajeva otkriva operativna kontrola preciznosti (Lukšić, 1986).



Slika 2. Godišnji hodovi pokazatelja preciznosti temperature zraka T za oko 140 stanica u 1985. godini

Fig. 2. Annual courses of the air temperature precision indicators T for about 140 stations in 1985.



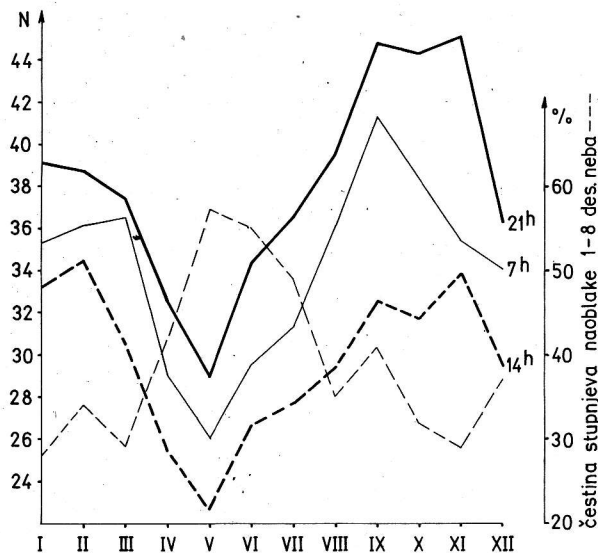
Slika 3. Godišnji hodovi pokazatelja preciznosti temperature mokrog termometra W za oko 140 stanica u 1985. godini

Fig. 3. Annual courses of the wet bulb temperature precision indicators W for about 140 stations in 1985.

Razlike između vrijednosti W za 7, 14 i 21 h prema slici 3 upućuju na zaključak, da je preciznost temperature mokrog termometra u 7 h tijekom godine pretežno manja nego u 14 ili 21 h, te da između preciznosti temperature mokrog termometra u 14 i 21 h nema značajne sistemske razlike. Smanjenje preciznosti temperature mokrog termometra u 7 h objašnjava se također većim opterećenjem motritelja u tom terminu.

Čestina stupnjeva naoblake 1–8 desetina neba na slici 4 odnosi se na termine 7, 14 i 21 h te na iste stanice kao i slika 1. U mjesecima kada je ta čestina manja, tj. kada su vrijednosti  $n_1+n_2$  manje, vrijednosti N su veće. Prema tome, godišnji hodovi pokazatelja preciznosti N za 7, 14 i 21 h velikim dijelom uvjetovani su efektom slučajnosti.

U 1985. godini na 17 spomenutih stanica stupnjeva naoblake 1–8 desetina neba ukupno je bilo: 2265 u 7 h, 3038 u 14 h i 1949 u 21 h. Čestine stupnjeva naoblake 1–8 desetina neba, tj. vrijednosti  $n_1+n_2$  u 7 i 21 h su dakle manje nego u 14 h. Zbog toga, tj. zbog efekta slučajnosti, vrijednosti N u 7 i 21 h veće su nego u 14 h (slika 4).



Slika 4. Godišnji hodovi pokazatelja preciznosti naoblake N za oko 140 stanica i čestine stupnjeva naoblake 1–8 desetina neba za 17 stanica, 1985. godina

Fig. 4. Annual courses of the cloudiness precision indicators N for about 140 stations and of the cloudiness degree frequency for 1–8 tenths of the sky covered at 17 stations in 1985.

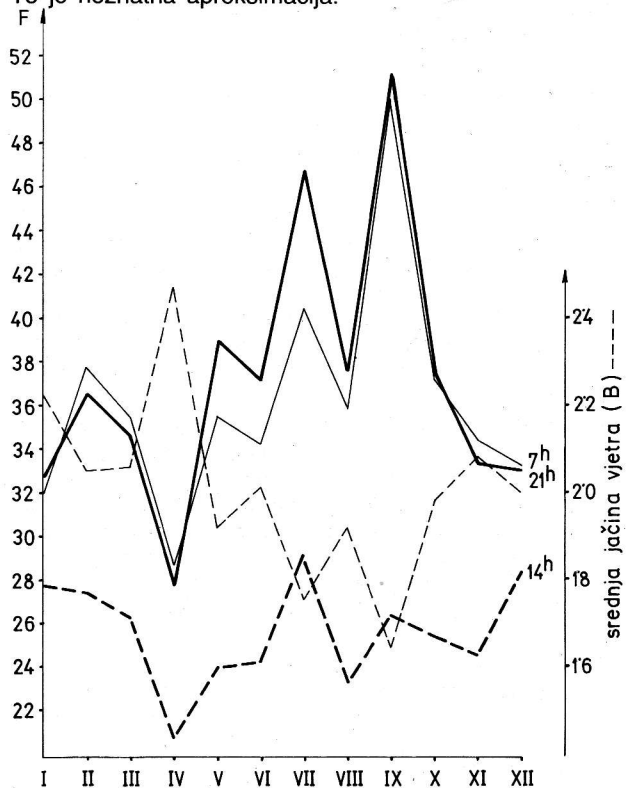
Vrijednosti N u 21 h veće su nego u 7 h. Jedan razlog je noć, zbog čega motritelji u 21 h s manjom preciznošću određuju naoblaku. Drugi razlog može biti efekt slučajnosti, jer su vrijednosti  $n_1+n_2$  u 21 h, prema podacima u prethodnom stavku, manje nego u 7 h.

Prema tome, meteorološki uvjeti preko efekta slučajnosti utječu na dnevni i godišnji hod vrijednosti N.

Na slici 5 ucrtan je godišnji hod srednje jačine vjetra, koji se odnosi na termine 7, 14 i 21 h te na sve stanice u Hrvatskoj. U mjesecima s manjom srednjom jačinom vjetra veće su vrijednosti F. To je djelomice posljedica efekta slučajnosti, jer u tim mjesecima obično ima više tišina te su vrijednosti  $f_1+f_2$  manje. Ali djelomice je i posljedica sklonosti motritelja prema jačinama vjetra 1 i 3 B, koja očito može doći do izražaja samo pri slabim vjetrovima. Zato je ta sklonost češća a preciznost manja što je srednja jačina vjetra manja.

Za sve mjesece 1986. godine dostupne su apsolutne čestice za jačine vjetra 0, 1, ..., 7 i 8–12 B i to posebno sume apsolutnih čestina za sve glavne i posebno sume apsolutnih čestina za sve obične meteorološke stanice u Hrvatskoj. Čestine se odnose na sva tri termina 7, 14 i 21 h zajedno. Takve čestine za 1986. godinu kao cjelinu prikazuje tablica 2.

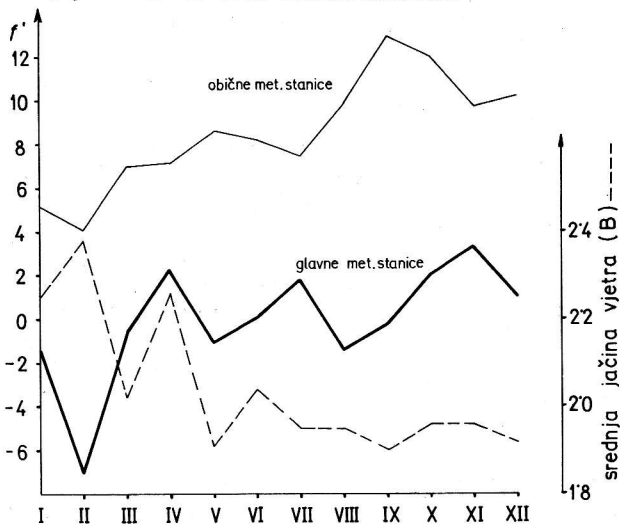
Mjesečne čestine navedene u prethodnom stavku uvrštene su u izraz za  $f$ . Dobivene vrijednosti označene su s  $f'$ . Pri izračunavanju  $f'$  za čestinu jačine vjetra 8 B uzeta je čestina za jačine vjetra 8–12 B, dok se čestina za jačine vjetra 9, 10, 11 i 12 B smatrala jednakom nuli. To je neznatna aproksimacija.



Slika 5. Godišnji hodovi pokazatelja preciznosti jačine vjetra F i srednje jačine vjetra za oko 140 stanica u 1985. godini

Fig. 5. Annual courses of the wind force precision indicators F and of the mean wind force for about 140 stations in 1985.

Vrijednosti  $f'$  običnih meteoroloških stanica na slici 6 stalno su veće od nule. Više su povećane kada je srednja jačina vjetra iz termina 7, 14 i 21 h manja. To znači postojanje sklonosti prema neparnim jačinama vjetra, koja je izrazitija pri slabijim vjetrovima. Efekta slučajnosti sada nema, jer nema osrednjavanja apsolutnih vrijednosti. Vrijednosti  $f'$  glavnih meteoroloških stanica kreću se oko nule, tj. ne vidi se neka izrazita sklonost.



Slika 6. Godišnji hodovi vrijednosti  $f'$  za oko 40 glavnih i za oko 100 običnih meteoroloških stanica te srednje jačine vjetra za obje grupe stanica u 1986. godini

Fig. 6. Annual courses of the  $f'$  values for about 40 principal and about 100 ordinary meteorological stations and of the mean wind force for the all (about 140) stations in 1986.

Kvocijenti za jačine vjetra 1 i 3 B u tablici 2 znatno su povećani u odnosu na kvocijente za susjedne jačine vjetra, dok za jačine vjetra 5 i 7 B nema takvog povećanja. To pokazuje da je sklonost motritelja običnih meteoroloških stanica prema neparnim jačinama zapravo sklonost samo prema jačinama 1 i 3 B. Zato je ta sklonost izrazitija pri slabijim vjetrovima. Manji kvocijenti za veće jačine vjetra u tablici 2 također pokazuju sklonost motritelja običnih meteoroloških stanica prema manjim jačinama vjetra.

U 7 i 21 h tišine i manje jačine su češće nego u 14 h. Stoga efekt slučajnosti i sklonost prema jačinama 1 i 3 B dolaze više do izražaja u 7 i 21 h, te su tada vrijednosti  $F$  znatno veće nego u 14 h.

Tablica 2. Apsolutna čestina jačine vjetra 0, 1, ..., 7 i 8-12 B za oko 100 običnih meteoroloških stanica (OB) i za oko 40 glavnih meteoroloških stanica (GL) za termine 7, 14 i 21 h te 1986. godinu.

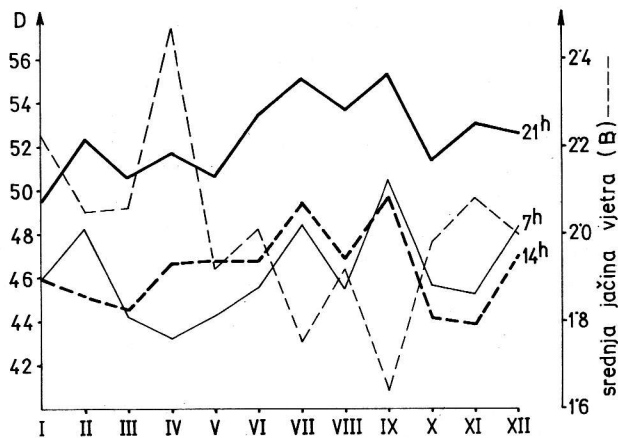
	jačina vjetra wind force								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8-12 B
OB	9670	31255	37959	20911	7318	2604	1013	346	197
GL	3792	9666	14303	6804	3123	1551	753	317	198
OB/GL	2.55	3.23	2.65	3.07	2.34	1.68	1.35	1.09	0.99

Meteorološki uvjeti dakle preko efekta slučajnosti i sklonosti motritelja prema jačinama 1 i 3 B utječu također na dnevni i godišnji hod vrijednosti  $F$ .

Vrijednosti  $F$  pretežno su u 21 h veće nego u 7 h. To pokazuje da je preciznost jačine vjetra u 21 h obično najmanja. Razlog je utjecaj noći na preciznost određivanja jačine vjetra. Razlike između vrijednosti  $F$  za 7 i 21 h uglavnom nisu velike jer motritelji jačinu vjetra ne određuju isključivo vizuelno, već i drugim osjetilima.

U mjesecima s manjom srednjom jačinom vjetra i vrijednosti  $D$  su povećane (slika 7). Tu je svakako prisutan doprinos efekta slučajnosti zbog većeg broja tišina, odnosno manjih vrijednosti  $d_1+d_2$  u tim mjesecima. Doprinos efekta slučajnosti bio bi očitiji da preciznost smjera vjetra nije smanjena pri većim jačinama vjetra uslijed turbulencije.

U 7 i 21 h tišina ima više, vrijednosti  $d_1+d_2$  su manje, te bi zbog efekta slučajnosti vrijednosti  $D$  trebale biti veće nego u 14 h. Međutim, povećana turbulencija povećava vrijednosti  $D$  u 14 h. Na slici 7 vidi se, da je utjecaj turbulencije u proljeće i ljeto prevladao, jer su tada u 14 h vrijednosti  $D$  veće nego u 7 h.



Slika 7. Godišnji hodovi pokazatelja preciznosti smjera vjetra  $D$  i srednje jačine vjetra za oko 140 stanica u 1985. godini

Fig. 7. Annual courses of the wind direction precision indicators  $D$  and of the mean wind force for about 140 stations in 1985.

Meteorološki uvjeti utječu dakle na dnevni i godišnji hod vrijednosti  $D$  preko efekta slučajnosti i turbulencije.

Tabl. 2. Absolute frequencies of wind force 0, 1, ..., 7 and 8-12 Beaufort for about 100 ordinary meteorological stations (OB) and for about 40 principal meteorological stations (GL) for observation times 07, 14 and 21 LMT in 1986.

Vrijednosti D tijekom čitave godine u 21 h su izrazito veće nego u 7 ili 14 h. To je također utjecaj noći. Zbog noći motritelji slabije vide vjetrokaz, osobito ako svjetlosni snop džepne svjetiljke nije dobro podešen ili je baterija istrošena. Trebalo bi stoga donju stranu križa i krila s protuutegom na vjetrokazu obojiti svjetlećom bijelom bojom. U Hrvatskoj smjer vjetra određuje vjetrokazom oko 80% stanica.

##### 5. VREMENSKA POGODNOST TERMINA 7, 14 ILI 21 h ZA MOTRITELJA

Posebno je zanimljivo da li neki od termina 7, 14 ili 21 h pada u nepovoljno vrijeme za veći broj motritelja. U takvom terminu preciznost svih meteoroloških podataka morala bi biti manja.

Osobito je u tom pogledu zanimljiv termin 21 h u kojem je, prema mišljenju Vukmirovića (1974), kvaliteta podataka znatno slabija zbog učestalih motrenja prije 21 h i odgovarajućih sistematskih pogrešaka. To bi mogli biti slučajevi vremenske nepogodnosti termina 21 h za motritelje, u kojima preciznost podataka očito ne mora biti smanjena. Međutim, ranije motrenje može biti samo jedna posljedica vremenske nepogodnosti termina 21 h. Druga može biti: motrenje je obavljeno u pravo ili neko drugo vrijeme, ali na brzinu, preko volje, s manje pažnje ili ga je obavila slabije osposobljena osoba. To se mora odraziti na preciznost svih podataka dotične stanice. Ako je takva situacija na većem broju stanica, ona se mora odraziti u svim pokazateljima preciznosti, tj. u T, W, N, F i D. Povećane vrijednosti N, F i D na stanicama Hrvatske u 21 h ne mogu se objasniti vremenskom nepogodnošću termina 21 h za motritelje, jer vrijednosti T i W nisu povećane u 21 h.

Zapravo veličine N, F i D nisu pogodne za ispitivanje vremenske pogodnosti termina za motritelje jer su osjetljive na utjecaj noći, turbulenciju ili efekt slučajnosti. Veličina W također nije pogodna jer je neosjetljiva na navedeni nepravilni način određivanja temperature mokrog termometra, koji se više primjenjuje upravo u nepogodnim i otežanim uvjetima.

Veličina T najsigurnija je za ispitivanje vremenske pogodnosti termina 7, 14 ili 21 h za motritelje jer je praktički neosjetljiva na utjecaje kao što su noć, turbulencija i efekt slučajnosti, a osjetljiva je upravo na otežane i nepogodne uvjete motrenja.

Preciznost temperature suhog termometra prema pokazatelju T najslabija je u 7 h. To je u skladu s drugim raspoloživim konkretnim podacima (Lukšić, 1978, 1986). Razlog je veća opterećenost motritelja u 7 h zbog mjerenja oborine, snijega i minimalne temperature zraka na 5 cm, te pripreme i predaje sinoptičke depeše. Osobito

je u hladnom dijelu godine opterećenost motritelja u terminu 7 h velika, a upravo je tada u 7 h vrijednost T naročito povećana.

Između 14 i 21 h ne vidi se značajnijih razlika u preciznosti temperature suhog termometra. Dakle, čak i uz teže uvjete motrenja (noć) i veću opterećenost motritelja u terminu 21 h (određivanje maksimalne i minimalne temperature zraka, te uređivanje maksimalnog i minimalnog termometra) preciznost temperature suhog termometra u tom terminu nije bitno manja.

Može se također pokazati da nema čestog ni osjetnog sistematskog povećanja temperature zraka u 21 h, tj. da je motrenje prije 21 h ipak izuzetak. Polazi se od opravdane pretpostavke, da bi takvo povećanje na običnim meteorološkim stanicama bilo izrazitije nego na glavnim. Međutim, prema tablici 3 srednja temperatura zraka u 21 h običnih meteoroloških stanica nije veća od iste temperature glavnih meteoroloških stanica. Također ni razlike  $t_{21}-t_7$  i  $t_{21}-t_{14}$  nisu posebno veće na običnim meteorološkim stanicama. Sličan rezultat dobiven je i ranije na manjem uzorku podataka (Lukšić, 1978).

U podacima tablice 3 uključene su sistematske pogreške. Nakon ispravaka tih pogrešaka terminski srednjaci temperature zraka izmijenili su se najviše za 0.01°C. To također pokazuje da nema češćih i većih sistematskih pogrešaka zbog motrenja prije 21 h.

Prema tome, rezultati ovog rada, kao i konkretni podaci iz citiranih radova, ne pokazuju da je kvaliteta podataka u 21 h najslabija, odnosno da je termin 21 h za veći broj motritelja vremenski najnepogodniji. Očito stanovište o većoj vremenskoj nepogodnosti termina 21 h precjenjuje teškoću odlaska iz stana na motrenje u 21 h, a nedovoljno uvažava činjenicu da motritelj mora ići liječniku, u polje, na put, u kupovinu, u sud ili za nekim drugim poslom, u kojim slučajevima je termin 21 h vremenski pogodniji.

##### 6. ZAKLJUČAK

Prema pokazateljima preciznosti otežani zimski uvjeti motrenja i veća opterećenost motritelja smanjuju preciznost temperature suhog termometra. Vjerojatno ti faktori smanjuju i preciznost svih drugih meteoroloških podataka, ali to je obično prikriveno različitim utjecajima, npr. efektom slučajnosti. Noć smanjuje preciznost naoblake, jačine i smjera vjetra u 21 h, a turbulencija preciznost smjera vjetra osobito u 14 h. Prema tome, preciznost podataka nije stalna, već se mijenja ovisno o uvjetima motrenja.

Prema mjerodavnim pokazateljima preciznosti temperature suhog termometra termin 21 h za veći broj motritelja nije manje vremenski pogodan od termina 7 i 14 h.

Tablica 3. Srednje mjesečne terminske vrijednosti temperature zraka (°C) za oko 100 običnih meteoroloških stanica (ob) i za oko 40 glavnih meteoroloških stanica (gl) u siječnju i srpnju 1988. godine.

	I					VII				
	$t_7$	$t_{14}$	$t_{21}$	$t_{21}-t_7$	$t_{21}-t_{14}$	$t_7$	$t_{14}$	$t_{21}$	$t_{21}-t_7$	$t_{21}-t_{14}$
ob	3.91	7.94	5.02	1.11	-2.92	20.43	28.49	21.66	1.23	-6.83
gl	5.18	8.72	6.13	0.95	-2.59	21.16	28.48	22.80	1.64	-5.68

Tabl. 3. Monthly air temperature averages (°C) at 07, 14 and 21 LMT for about 100 ordinary meteorological stations (ob) and for about 40 principal meteorological stations (gl) in January and July, 1988.

## ZAHVALA

Dipl. inž. Željka Bušurelo sa zalaganjem je izradila kompjuterske programe za ovaj rad, te joj se i ovom prilikom srdačno zahvaljujem. Hvala također dr Ingi Lisac i dipl. inž. Andriji Brataniću za pomoć u ovom radu.

## LITERATURA

- Filipov, V. V., 1968: Quality control procedures for meteorological data. WMO, WWW- Planning report, No. 26, 38 pp.
- Lukšić, I., 1978: Prilog diskusiji o klimatološkim terminima. Radni izvještaji Republičkog hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske, Zagreb, br. 10, 16 pp.
- Lukšić, I., 1986: Kontrola klimatoloških podataka u fazi osnovne obrade u SR Hrvatskoj. Prikazi 1, Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb, 50 pp.
- Makjanić, B., 1959: Zrakoplovna klimatologija aerodroma Zagreb – Lučko. Rasprave i prikazi, br. 3, Zagreb, 112 pp.
- PHMZ SAP Vojvodine, 1987: Dokumentacija za obradu padavina i klime. Pokrajinski hidrometeorološki zavod SAP Vojvodine, Novi Sad, 242 pp.
- Vukmirović, D., 1974: Fundamentalna izučavanja vremena i klime i izvori informacija. IX Savetovanje klimatologa Jugoslavije, Referati, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 51–94.

## SUMMARY

Psychological errors are due to the observer's preference for some values. A criterion of this preference is the so-called precision indicator. A more marked observer's preference, i. e. a smaller data precision, results in a greater value of the precision indicator. Precision indicator for air temperature, wet bulb temperature, cloudiness, wind force and wind direction are defined.

The air temperature precision indicator is greater in winter and in observation time 07 LMT (Fig. 2). More difficult winter observing conditions and a greater load for the observer are responsible for this. These factors probably affect the precision of other data, but it is often hidden by the so-called effect of randomness and other influences.

The wet bulb temperature precision indicator is greater at the observation time 07 LMT (Fig. 3). The greater load of the observer may also be responsible for this.

The precision of cloudiness, wind force and wind direction data is less at observation time 21 LMT (Figs. 4, 5 and 7) because it is at night.

The turbulence reduces wind direction precision at observation time 14 LMT during the spring and summer (Fig. 7).

These results show that the data precision is not constant, i. e. it depends on observing conditions.

According to the competent air temperature precision indicators the observation time at 21 LMT is not less favourable in time than those at 07 and 14 LMT for the majority of observers.