

JEDNA MOGUĆNOST PRIKAZA KLIME ZA POTREBE ZDRAVSTVA I TURIZMA

A CLIMATOLOGICAL DESCRIPTION SUITABLE FOR MEDICAL AND TOURISTIC PURPOSES

551.586

EDITA LONČAR, NADA PLEŠKO i NADEŽDA ŠINIK

Hidrometeorološki zavod NRH, Zagreb

ABSTRACT:

Bioclimatological quantities: comfort zones, cooling power and skin equivalent temperature may be used in touristic and medical aspects of a climate description. Therefore the main characteristics of these quantities are given together with the corresponding criteria for human sense of climate. Final bioclimatological description is illustrated with values for three towns in Yugoslavia /Table 1./ A comparison proves that the skin equivalent temperature is most complex and sensitive for a bioclimatological study of a place or region, since it comprises the temperature, humidity and wind effects upon the human being.

U ovom je radu prikazana mogućnost upotrebe bioklimatskih veličina za ocjenu klime nekog mjesta pri čemu su kompleksno korišteni klimatski osjet, veličina ohladjivanja te - po prvi puta kod nas - ekvivalentna temperatura kože. Na osnovu dobivenih vrijednosti i njihovog godišnjeg hoda može se zaključiti koliko je i u koje doba godine neko mjesto, odnosno područje povoljno sa zdravstvenog i turističkog aspekta.

Pošto čovjekov osjet ugodnosti /hladnoće, sparine i slično/ ne ovisi samo o jednom meteorološkom elementu, već o kombiniranom djelovanju njih nekoliko

trebalo bi odrediti veličine, koje bi odražavale taj zajednički uticaj. U tu svrhu koristilo se: klimatski osjet, veličinu ohladjivanja i ekvivalentnu temperaturu kože.

Klimatski je osjet veličina, koja na osnovu podataka o temperaturi i relativnoj vlazi zraka određuje kako zdrav organizam čovjeka osjeća neko, bilo trenutno, bilo jedno duže prosječno vremensko stanje.

Na temelju eksperimenata s većom grupom ljudi /2/, što je u literaturi često navodjeno, određene su uz potpuno miran zrak granične vrijednosti temperature i vlage zraka, koje kod čovjeka izazivaju osjet sparine, hladnoće ili ugodnosti. Najčešće se u praksi koriste grafikoni, izradjeni na osnovu tih eksperimenata, a prilagodjeni za direktno unošenje podataka temperature i vlage, pa je i u ovom radu korišten jedan takav grafikon za određivanje klimatskog osjeta /4/. Za tabelarno prikazivanje klimatskog osjeta po mjesecima /vidi Tabl. 1/ upotrebljene su u radu skraćenice VH, KU, SP što znači: vlažna hladnoća, klimatski ugodno i sparno.

Medjutim, ovako određen klimatski osjet, iako daje jednu orijentaciju klimatskog stanja, ne može u potpunosti odraziti osjet čovjeka. Naime, na kompletan klimatski osjet organizma utječe i strujanje zraka, znači važna je i brzina vjetra.

Indeks ohladjivanja /H/ upravo je veličina, koja koristi pored temperature zraka i jačinu odnosno brzinu vjetra kao bazu za bioklimatsku klasifikaciju/1/. Ta veličina prikazuje gubitak topline u jedinici vremena s površine 1 cm^2 ljudskog tijela pri temperaturi organizma od 37°C u raznim klimatskim uslovima, prezentiranim temperaturom i jačinom vjetra. U vezi s većim ili manjim gubitkom topline s površine organizma javlja se i različit osjet za klimu. Klasifikaciju klime za indeks odnosno veličinu ohladjivanja dao je V. Conrad /1/, a ovdje je prenosimo da bi mogli prema veličini ohladjivanja, upisanoj za svaki mjesec u Tabl. 1, ocijeniti klimu s bioklimatskog stanovišta odnosno sa stanovišta osjeta čovjeka.

Veličina ohladjivanja
 $\text{mg cal cm}^{-2} \text{ sek}^{-1}$

Osjet klime

0 - 10	vruća klima
10 - 20	klima relaksacije
20 - 30	blaga ali stimulatívna klima
30 - 40	jako stimulatívna klima
>40	vrlo hladna klima

I ta nam veličina daje određenu bioklimatsku klasifikaciju, ali isključujući utjecaj relativne vlage zraka. Taj se utjecaj, medjutim, nikako ne smije zanemariti kod klimatske studije jednog mjesta ili područja s aspekta turizma i zdravstva.

U našem istraživanju željele smo koristiti veličinu, koja bi pokazivala zajednički, istovremeni utjecaj temperature, vlage i vjetra na organizam čovjeka i njegov osjet vremena i klime. Takva je veličina ekvivalentna temperatura kože.

Ekvivalentna temperatura kože definirana je pomoću ekvivalentne temperature zraka i brzine vjetra. Prva od njih - ekvivalentna temperatura zraka t_e - odgovara onoj temperaturi, koju bi imeo 1 m^3 zraka kada bi se ugrijao na račun oslobodjene toplinske energije pri kondenzaciji /uz konstantan tlak/ one vodene pare što je dotična jedinica zraka sadrži. Prema tome, ekvivalentna temperatura zraka jednom jedinom vrijednosti izražava kombinirano djelovanje temperature zraka i vlage zraka, ali za razliku od klimatskog osjeta ona nije prilagodjena čovjekom osjetu vremena i klime.

Najčešće se t_e određuje iz izraza

$$t_e = t + k'e \quad /1/$$

gdje je t temperatura zraka, $k' = 2 \text{ st/mb}$, a e tlak vodene pare /1/. Gornja formula se može koristiti za različite vrijednosti tlaka zraka izmedju 770

mm Hg i 740 mmHg i različite temperature od -20°C do 30°C .

Medjutim, izvan gornjih granica za tlak i temperaturu jednažba 1 ne vrijedi. Za mjesta s većom nadmorskom visinom, gdje su srednje mjesečne vrijednosti tlaka zraka ispod 740 mm Hg, mora se koristiti Linke-ova jednažba /1/, koja daje egzaktnu vrijednost:

$$t_e = t + \frac{u}{100} \frac{1543 + 1,68 t}{p - 0,377 E} \left(\frac{E}{p}\right) \quad /2/$$

$$t_e = t + k(p, t) \frac{u}{100}$$

gdje je u relativna vlaga, E maksimalni tlak vodene pare i p tlak zraka. Da bi se što brže odredila ekvivalentna temperatura zraka t_e kada se radi s velikim brojem podataka, izradjen je dijagram na bazi jednažbe /2/.

Iz jednažbe /2/ slijedi, da je k funkcija tlaka zraka p i temperature t. Ukoliko se t_e računa za konstantan tlak p, k je samo funkcija temperature t, te jednažba /2/ glasi:

$$t_e = t + k(t) \frac{u}{100} \quad /3/$$

Za svaku od vrijednosti tlaka zraka /700, 710 . . . 760 mm Hg/, koja je uzeta kao konstantna, izradili smo odgovarajući dijagram ekvivalentne temperature zraka t_e , izračunavši t_e iz jednažbe /3/. Dijagrami nisu priloženi u ovom prikazu, medjutim bili su korišteni u našem radu.

Zatim je ekvivalentna temperatura zraka t_e zajedno s brzinom vjetra korištena za određivanje nove veličine - ekvivalentne temperature kože. Ta je određena mjerenjem temperature i vlage u sloju zraka neposredno uz kožu ljudskog organizma. Leistner /3/ je izradio dijagram za određivanje ekvivalentne temperature kože iz podataka ekvivalentne temperature zraka i brzine vjetra. Uz to je dao i kriterij, po kojemu određenim intervalima ekvivalentne temperature

kože pridružuje, na temelju eksperimenata, ljudski osjet: hladno, vrlo svježe, svježe, malo svježe, ugodno, malo sparno i sparno. Na taj način dobija slijedeću bioklimatsku klasifikaciju:

Ekvivalentna temperatura kože, $^{\circ}\text{C}$	Ljudski osjet	- Simbol
35 - 40	hladno	hl
40 - 45	vrlo svježe	vsv
45 - 50	svježe	sv
50 - 55	malo svježe	msv
55 - 65	ugodno	ug
65 - 70	malo sparno	msp
>70	sparno	sp

Mogućnost primjene Leistnerovog fizioklimograma kao i bioklimatske klasifikacije pomoću ekvivalentne temperature kože ispitali smo na nizu mjesta duž južnog jadranskog Primorja i njegovog neposrednog zaledja.

Zato smo pomoću prosječnih mjesečnih vrijednosti temperature, relativne vlage zraka i brzine vjetra iz razdoblja 1956-1965. odredile za ta mjesta ekvivalentnu temperaturu kože, klimatski osjet i veličinu ohladjivanja H. Neke od vrijednosti prikazane su radi ilustracije u Tabl. 1.

Bioklimatska razdioba na osnovu ekvivalentne temperature kože podudara se s razdiobama dobivenim uz pomoć klimatskog osjeta, a naročito veličine ohladjivanja, ali je mnogo detaljnija. To nam ukazuje, da je razdioba bazirana na takvoj veličini, koja kompleksno održava termodinamički i bioklimatski utjecaj, najpreciznija i najpovoljnija za istraživanja klime, u kojima se mora odraziti osjet čovjeka.

Turista ne osjeća klimu kao funkciju samo jednog klimatskog elementa /na pr. temperature/ te zato i ne može ocijeniti njenu pogodnost samo na osnovu nune-

ričkih vrijednosti /kakve se obično reprezentiraju u turističkim prospektima/, nego kao kompleks klimatskih veličina. Zato smatramo, da jedino bioklimatske veličine mogu prikazati klimu upravo na onaj način, kakav je potreban za turizam i zdravlje. U vezi s time trebalo bi javnost obavještavati o klimi pojedinih mjesta ili krajeva barem na sličan način kao što je prikazano u prethodnoj tabeli.

Za prikaz klime nekog većeg područja, također gledano s aspekta turizma i zdravlja, moguće je izvući izolirane bioklimatskih veličina. Ovdje su naša iskustva pokazala, da ekvivalentna temperatura kože može najbolje poslužiti za određivanje prirodnih bioklimatskih granica odnosno za bioklimatsku rajonizaciju nekog područja.

TABELA 1
Vrijednosti nekih elemenata i bioklimatska klasifikacija Splita, Mostara i Titograda.

TABLE 1
Air temperature, relative humidity, wind speed, cooling power, climatic sense, equivalent temperature, skin equivalent temperature and human sense for Split, Mostar and Titograd.

SPLIT	MARJAN	/122 m/	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Temperatura zraka /°C/	7,5	7,7	9,9	14,1	18,5	22,7	25,4	25,5	21,4	17,1	13,1	9,2		
Relativna vlaga zraka /%/	59,3	58,1	61,7	61,5	59,2	56,8	51,2	49,3	56,5	57,5	68,7	66,1		
Vjeter /sred. jač. Beauf./	3,2	3,2	3,1	2,9	2,4	2,3	2,3	2,2	2,4	2,7	3,1	3,2		
H /mg cal cm ⁻² sek ⁻¹ /	33	33	29	25	16	13	11	10,12	15	21	26	31		
Klimatski osjet	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU		
Ekvival. temp. zraka /°C/	15,9	15,9	21,3	19,1	37,8	45,9	50,0	29,4	43,1	34,2	29,0	20,7		
Ekvival. temp. kože /°C/	40,8	40,8	43,0	48,8	55,5	62,0	65,0	65,0	59,0	53,0	48,5	43,0		
Ljudski osjet	VSV	VSV	VSV	SV	ug	ug	msp	msp	ug	msv	SV	VSV		
MOSTAR /99 m/														
Temperatura zraka /°C/	4,8	5,8	9,3	13,5	17,8	21,9	24,9	25,1	20,6	15,6	11,0	7,0		
Relativna vlaga zraka /%/	65,9	62,7	63,7	62,7	61,4	60,5	52,3	49,5	56,5	63,7	74,4	71,3		
Vjeter /sred. jač. Beauf./	3,2	3,2	2,7	2,4	2,3	2,3	2,5	2,5	2,4	2,5	2,3	2,7		
H /mg cal cm ⁻² sek ⁻¹ /	36	35	29	22	17	14	12	11,5	15	20	24	31		
Klimatski osjet	VH	KU/VH	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU/VH	VH		
Ekvival. temp. zraka /°C/	13,3	14,5	20,8	28,4	35,8	45,7	49,5	48,5	41,0	32,8	25,8	16,9		
Ekvival. temp. kože /°C/	38,2	39,0	43,0	49,0	55,5	62,0	63,0	62,0	58,5	50,8	47,7	40,5		
Ljudski osjet	h1	h1	VSV	SV	ug	ug	ug	ug	ug	msv	SV	VSV		
TITOGRAĐ /52 m/														
Temperatura zraka /°C/	5,0	5,5	9,5	14,0	18,5	23,0	26,1	26,2	21,5	16,1	11,3	7,4		
Relativna vlaga zraka /%/	70	68	65	63	62	56	48	47	55	64	79	75		
Vjeter /sred. jač. Beauf./	1,8	2,0	1,9	2,0	1,8	2,0	2,2	2,1	2,0	1,7	1,2	1,7		
H /mg cal cm ⁻² sek ⁻¹ /	26	27	24	20	14	12	9,5	9,3	13	15	18	24		
Klimatski osjet	VH	VH	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU	KU	VH	VH		
Ekvival. temp. zraka /°C/	14,4	15,1	21,2	19,0	38,3	46,2	50,7	50,5	42,7	33,3	27,4	19,2		
Ekvival. temp. kože /°C/	39,9	40,5	44,2	50,1	57,8	62,5	66,0	65,5	59,0	52,5	50,5	43,0		
Ljudski osjet	h1	VSV	VSV	MSV	ug	ug	msp	msp	ug	msv	MSV	VSV		

LITERATURA

Conrad V. and Pollak L.W.: Methods in Climatology, Cambridge 1950.

Critchfield H.J.: General Climatology, Eng. Cliffs 1960.

Flach E.: Grundbegriffe und Grundtatsachen der Bioklimatologie, cit. Leistner-a, Linkes Met. Taschenbuch, Leipzig 1957.

Trauner L.: Medicinska meteorologija u Hrvatskoj, Vjestnik hidrometeorološke službe SNRJ, V., Jan.-Juni, Beograd 1956.