

KLIMATSKA PODJELA HRVATSKE PREMA ZNAČAJKAMA GODIŠNJEG HODA TEMPERATURE ZRAKA¹⁾

BOŽENA VOLARIĆ i INGA LISAC

UDK 551.585:551.524

Uvod

Analizom godišnjeg hoda temperature zraka mogu se na više načina odrediti značajke klime. Asimetrija krivulje godišnjeg hoda temperature ukazuje, primjerice, na prevladavajući utjecaj maritimnog, odnosno kontinentskog režima. Godišnja amplituda temperature, razina srednjaka i pomak faze ekstrema predstavljaju, nadalje, osnovne karakteristike ne samo temperature nego i klime uopće. Klima je, međutim, kombinacija različitih meteoroloških varijabli i ovisi o brojnim faktorima, pa za njen potpuniji prikaz nije dovoljno razmatrati samo jedan klimatski element. Uz temperaturu se najčešće uzima oborina, jer poznavajući temperaturu i oborinu, a naročito njihovu razdiobu po godišnjim dobama, dobiva se ujedno i glavno obilježje klime nekoga kraja.

Uvažavajući bitne odlike godišnjeg hoda temperature i oborine, Köppen je klasificirao klimu u nekoliko klimatskih tipova. Pri odabiranju kriterija za klasifikaciju došao je do izražaja i praktični moment; pošto se temperatura i oborina redovito mjere na meteorološkim postajama općenito je raspoloživ relativno velik broj temperaturnih i oborinskih podataka.

Köppenova klasifikacija klime pogodna je za istraživanje većih područja bilo kontinentskih bilo globalnih razmjera, ali jednako uspješno se primjenjuje i za upoznavanje obilježja klime na relativno malom području kakovo zaprema SR Hrvatska. U ovom radu prikazat ćemo rezultate istraživanja klimatskih tipova Hrvatske dobivenih analizom godišnjeg hoda temperature.

Podaci

Upotrijebljeni su podaci o temperaturi za 122 klimatološke postaje u Hrvatskoj iz razdoblja

1) Ova studija izrađena je na Geofizičkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu u okviru rada na Köppenovoj klimatskoj karti Hrvatske. Rad je financirao SIZ VI preko Geografskog zavoda istog fakulteta. Podjelu na klimatske tipove prema godišnjem hodu oborine na temelju Köppenove sheme izradili su B. Penzar i I. Penzar (studija s tim u vezi objavljena je u »Radovima Geografskog zavoda«, br. 17-18, 1982-83, str. 3-9). Sintezu oborinskih i temperaturnih rezultata s ko-

1950—1977. U tom 28-godišnjem nizu, mreža postaja bila je dovoljno gusta te pruža materijal prikladan za proučavanje temperaturnog režima u našim krajevima. Međutim, temperaturni nizovi velikog broja postaja bili su nepotpuni. Svega 40 od njih imalo je neprekinuti 28-godišnji niz mjerenja. Nepotpuni nizovi ostalih postaja interpolirani su, odnosno reducirani na odabrano razdoblje 1950—1977. Neke visinske postaje imale su znatno kraći niz mjerenja: Platak (12 godina i 11 mjeseci), Mosor-Ljuvač (13 godina), Stipanov Grič (14 godina i 6 mjeseci) i Baške Oštarije (16 godina). Pošto su to visinske postaje kojih općenito ima premalo, upotrijebljeni su i njihovi podaci mjerenja, jer pružaju dragocjen materijal, osobito u kartografskim prikazima rezultata.

Metoda rada

Interpolacija i redukcija nepotpunih nizova mjerenja izvršena je uobičajenom statističkom metodom koja se temelji na kvazikonstantnosti diferencija sinhronih srednjaka temperature na susjednim postajama. Uvjet za postojanost diferencija ispitan je grafičkom metodom ili numerički, Conradovom metodom (Conrad, V. i L. W. Pollak, 1950). Kada uvjet o postojanosti diferencija nije bio ispunjen, uspoređeno je više okolnih postaja i određena srednja regionalna diferencija, karakteristična za područje postaje s nepotpunim nizom.

Nakon izvršenog statističkog provjeravanja i obrade podataka, određeno je kojem klimatskom tipu pripada pojedina postaja. Köppen je, naime, pomoću ekstremnih mjesečnih srednjaka temperature podijelio klime u 5 glavnih tipova; jedino je među njima tip B određen međusobnim odnosom srednje godišnje temperature i godišnje količine oborine. Svaki klimatski tip se dalje dijeli u podtipove. Svi su označeni slovima abe-

načnom Köppenovom klimatskom kartom Hrvatske izradio je B. Makjanić. Neobjavljene podatke temperature stavio nam je na raspolaganje Hidrometeorološki zavod SRH u Zagrebu na čemu se posebno zahvaljujemo. Kartu raspodjele temperaturnih klimatskih tipova i duljine intervala s mjesečnim srednjakom većim od 10 °C u Hrvatskoj nacrtao je prema predlošku Z. Matica. Zahvaljujemo svim suradnicima.

cede. Nizanjem slova dobije se tzv. klimatska formula. Odlika joj je objektivnost, jednostavnost i preglednost. Svako slovo u formuli ima svoje mjesto i značenje. »Temperaturna slova« zauzimaju prvo, treće i eventualno četvrto mjesto u klimatskoj formuli dok ostala mjesta pripadaju »oborinskim slovima«. Svi tipovi i podtipovi navedeni su i opisani u tablici 1 (W. Köppen, 1936). Numeričke vrijednosti granica temperature za pojedine klimatske tipove i podtipove Köppen je odredio prvenstveno prema vegetaciji, jer se utjecaj klime najjače odražava na biljnome svijetu.

Tab. 1. Köppenovi glavni klimatski tipovi s granicama temperaturne podjele C i D klime.

A tropska kišna klima: $t_{\min} > 18^{\circ}\text{C}$

B suha klima

C umjereno topla kišna klima:
 $-3^{\circ}\text{C} < t_{\min} < 18^{\circ}\text{C}$

D hladna snježno-šumska klima odnosno borealna klima: $t_{\min} < -3^{\circ}\text{C}$, $t_{\max} > 10^{\circ}\text{C}$

E polarna klima:

E₁ klima tundre: $0^{\circ}\text{C} < t_{\max} < 10^{\circ}\text{C}$

E₂ klima vječnog snijega i leda: $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$

Klimatski podtipovi

Pod-tip	Sred. temp. najtoplijeg mjeseca	Trajanje mjes. sred. temp. $\geq 10^{\circ}$	Sred. temp. najhladnijeg mjeseca	Opis
a	$t_{\max} > 22^{\circ}\text{C}$	> 4 mjes.		vruće ljeto
b	$10^{\circ}\text{C} < t_{\max} < 22^{\circ}\text{C}$	≥ 4 mjes.	$t_{\min} \geq -38^{\circ}\text{C}$	toplo ljeto
c	$10^{\circ}\text{C} < t_{\max} < 22^{\circ}\text{C}$	< 4 mjes.		hladno i kratko ljeto
d	— " —	— " —	$t_{\min} < -38^{\circ}\text{C}$	vrlo hladna zima

U tabl. 1 naznačeni su samo oni klimatski podtipovi čije temperaturne granice odgovaraju našem području.

Za detaljniji opis godišnjeg hoda temperature Köppen uvodi još jedno »temperaturno slovo« i, koje se unosi u klimatsku formulu kada je godišnja amplituda temperature manja od 1°C . Prema jednom njegovom starijem prijedlogu, treće temperaturno slovo se pridjeljuje ako je godišnja amplituda temperature manja od 5°C .

Razgraničenje područja klimatskih tipova

Izvlačenje klimatskih granica u većini je slučajeva otežano zbog njihove slabe izraženosti, jer

Tab. 2. Pravci regresije i nadmorske visine karakterističnih temperatura.

Područje	Mjes.	a	b	h m	r	n	Istra i obalne podr.
1	I	-0,0061	5,4	$h_{-3} = 1\ 350$	-0,97	16	sjev. Jad. r.
	VII	-0,0069	23,3	$h_{22} = 200$	-0,97	16	Istra i sjev. Primorje
	VII	-0,0074	24,3	$h_{22} = 300$	-0,99	11	Podvelebitsko podr.
2	I	-0,0028	0,2	$h_{-3} = 1\ 150$	-0,90	31	Gorski Kotar i Lika
	VII	-0,0061	21,5	—	-0,96	33	
	VI	-0,0062	19,7	$h_{10} = 1\ 550$	-0,98	31	
	IX	-0,0050	16,7	$h_{10} = 1\ 350$	-0,94	30	
3	I	-0,0073	8,1	$h_{-3} = 1\ 500$	-0,83	22	Ravni Kotari, Dalmatinska Zagora i Dalmacija
	VII	-0,0051	24,9	$h_{22} = 550$	-0,88	26	
	VI	-0,0056	22,2	$h_{10} = 2\ 150$	-0,92	27	
	IX	-0,0055	21,1	$h_{10} = 2\ 000$	-0,83	27	

se između različitih klimatskih područja obično nalazi prelazna zona u kojoj se isprepliću značajke i jedne i druge klime. Stoga je općenito teško točnije odrediti položaj klimatskih granica. Jaka orografska razvedenost nekih dijelova Hrvatske još više otežava postupak razgraničenja.

U planinskim predjelima klimatske granice su određene pomoću pravaca regresije koji povezuju nadmorsku visinu i mjesečne srednjake temperature odabrane prema tabl. 1. To su u ovom slučaju pravci visinske promjene najmanjih i najvećih temperaturnih srednjaka kao i srednjaka u proljetnim i jesenjim mjesecima radi dobivanja visine odabranih temperaturnih pragova, kojima se definira raspon pojedinih tipova i podtipova Köppenove sheme. Pravci regresije određeni su iz podataka postaja raspoređenih uzduž promatranog planinskog profila. Koeficijenti pravaca određeni su metodom najmanje sume kvadrata uz prethodno računanje koeficijenta korelacije i testiranje signifikantnosti njegove vrijednosti. Pokazalo se da postoji čvrsta linearna korelacija između nadmorske visine i razmatranih temperaturnih vrijednosti.

Regresionom analizom dobivena je srednja visina na kojoj nastupa temperatura -3°C i 22°C . Te vrijednosti su bitne za pridjeljivanje slova C i D, odnosno a i b u klimatskoj formuli. Zatim je traženo kako se s nadmorskom visinom mijenjaju srednje mjesečne temperature na prijelazu od proljeća na ljeto i od ljeta na jesen. Tako je određen mjesec i srednja visina na kojoj mjesečni srednjak temperature postaje, odnosno prestaje biti iznad 10°C . Odatle je dobiveno trajanje razdoblja sa srednjom mjesečnom temperaturom iznad 10°C na pojedinim visinama, što je bilo bitno za odabiranje drugog temperaturnog slova b i c unutar D tipa klime.

S obzirom na vertikalnu promjenu navedenih mjesečnih srednjaka, dobivena su tri tipa vertikalne promjene, što odgovaraju trima planinskim područjima, označenim kao područje 1, 2 i 3. Tablica 2 sadrži za sva 3 područja koeficijente pravaca regresije, koeficijente korelacije r, broj parova iz kojih su pravci izvedeni, te visinu na kojoj se u prosjeku nalazi temperaturni prag -3° , 22° i 10°C .

Pravac regresije: $t = ah + b$

a i b = koeficijenti

h = visina (zaokružena na najbližih 50 m (na kojoj je mjesečni srednjak:

$$t = 22^{\circ}\text{C}$$

$$t = -3^{\circ}\text{C}$$

$$t \geq 10^{\circ}\text{C}$$

t = srednja temperatura za mjesec:

I (min. mjes. srednjak)

VII (maks. mjes. srednjak)

VI početak i svršetak razdoblja

IX za mjes. sred. temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$

r = koeficijent korelacije

n = broj parova

Područja koja se razlikuju prema tipu vertikalne promjene srednjaka temperature su sljedeća:

— područje 1 zahvaća Istru, obalu sjevernog Jadrana do Senja i otoke do Ravnih kotara;

— područje 2 zahvaća Gorski kotar, Liku i sjeverozapadni dio unutrašnjosti Hrvatske, a u pojedinim situacijama priključuje im se i središnja Istra (mražište Pazin, Čepić);

— područje 3 zahvaća Ravne kotare, Dalmatinsku zagoru, dolinu Neretve, obalu srednje i južne Dalmacije, otoke iz tog dijela Jadrana i poluotok Pelješac.

Pravci regresije (tabl. 2) za srednju temperaturu VI, VII i IX mjeseca imaju približno isti nagib u područjima 2 i 3. Razlikuju se samo po položaju duž temperaturne koordinatne osi. Drugim riječima, temperature u spomenutim mjesecima mijenjaju se po približno istom vertikalnom gradijentu, ali unutar različitih temperaturnih raspona, ovisno o zemljopisnom položaju postaja. U području 1 maksimalni mjesečni srednjak temperature opada nešto brže s visinom. Sve to izaziva razlike u visinama spomenutih graničnih temperatura na područjima 1, 2 i 3.

Visina $h_{22^{\circ}\text{C}}$ na kojoj srednja temperatura najtoplijeg mjeseca pada ispod 22°C nalazi se u Istri približno na 200 m visine, u podvelebitskom području na 300 m, a u dalmatinskim predjelima na 550 m.

Konstante pravca regresije u području 2 daju visinu $h_{22^{\circ}\text{C}}$ negativnu, jer sve postaje koje pripadaju tom pravcu imaju srednju temperaturu najtoplijeg mjeseca manju od 22°C , tako da bi se spomenuta visina nalazila ispod tla.

Srednja mjesečna temperatura je iznad 10°C na svim postajama u VII i VIII mjesecu.

U području 1 srednja temperatura u mjesecima VI i IX prestaje biti veća od 10°C na visini iznad 1300 m.

U području 2 spomenuta visina u VI mjesecu iznosi $h_{10^{\circ}\text{C}} = 1550$ m, a u IX iznosi $h_{10^{\circ}\text{C}} = 1350$ m. To znači da sva mjesta u području 2, s visinom otprilike između 1300 m i 1600 m, imaju temperaturu $t \geq 10^{\circ}\text{C}$ u trajanju 2 do 3

mjeseca, a ona iznad 1600 m u trajanju kraćem od 2 mjeseca. Najviše planine u području 2 ne prelaze znatno spomenute visine (Zavižan 1586 m, M. Rajinac 1699 m, Vaganski vrh 1757 m) i sve se nalaze na Velebitu. To vodi do zaključka da klimatski tip Dc zaprema relativno mali dio velebitskog krša.

U području 3 visina $h_{10^{\circ}\text{C}}$ određena je na 2150 m u VI mjesecu, a na 2000 m u IX. To znači da tek na mjestima iznad 2000 m razdoblje s temperaturom $t \geq 10^{\circ}\text{C}$ postaje kratko pa traje 3 mjeseca ili još kraće. Najviši vrhunci u području 3 nalaze se na Dinari i Biokovu, ali ne prelaze visinu od 2000 m u Hrvatskoj (Dinara 1831 m, Troglav 1913 m, Biokovo 1762 m), tako da se u tom području ne može očekivati klimatski tip Dc.

Dobivene visinske granice kao ni granice pojedinih klimatskih tipova ne treba uzeti striktno, nego ih treba shvatiti kao srednje vrijednosti koje se odnose na pojas visok 50 do 100 m.

Rezultati

Analiza godišnjeg hoda temperature zraka iz razdoblja 1950—1977. pokazala je da se Hrvatska dijeli u četiri temperaturna klimatska tipa: Ca, Cb, Db i Dc.

Treće temperaturno slovo i nije se moglo pri dijeliti ni jednoj postaji, jer temperatura zraka u Hrvatskoj ima izraziti godišnji hod. Godišnja amplituda temperature iznosi posvuda više od 5°C , pa ne zadovoljava ni novom a ni starijem kriteriju za dodjelu slova i .

Najveći dio Hrvatske pripada klimatskom tipu Cb, a samo neki planinski predjeli, i to djelomično, tipu D. Kako u tim klimama uspijeva drveće, Köppen ih naziva šumske klime ili klime drveća. Podrobnija oznaka o kojoj se vrsti drveća radi, označuje kombinacija drugog temperaturnog slova s oborinskim slovima.

Kartografski prikaz raspodjele klimatskih tipova u Hrvatskoj prikazuje sl. 1.

Klimatski tip Ca zahvaća sve otoke i cijeli obalni pojas od Istre do Dubrovnika. Širina pojasa mijenja se ovisno o reljefu. Tako, primjerice, uz zapadnu i jugozapadnu obalu Istre, koja je blago položena, Ca klima prodire dublje u unutrašnjost poluotoka, naročito dolinom Mirne. Naprotiv, na sjevero-istočnoj obali, gdje Učka i ostali planinski grebeni stvaraju klimatsku pregradu, utjecaj mora je ograničen na uski obalni pojas. Još uži obalni pojas Ca klime nalazimo duž obale od Kvarnera do Ravnih kotara, jer planinski lanci Velike Kapele i Velebita, koji se visoko i strmo dižu neposredno uz more, predstavljaju oštru klimatsku granicu. U srednjem dijelu obale, klimatski Ca tip prodire dublje u kopno jer nema planinske prepreke da zaustavlja maritimni utjecaj. Na jugu Mosor, a naročito Biokovo, ponovo oštro ograničuju područje

Ca klime uz obalu. Zaleđe Biokova — iako je zračna udaljenost od mora relativno mala — pripada *Cb* klimi.

padaju krajevi s temperaturom najhladnijeg mjeseca do -3°C . Međutim, srednje siječanjske temperature, kao najhladnijeg mjeseca, na području



Sl. 1. Raspodjela temperaturnih klimatskih tipova u Hrvatskoj za razdoblje 1950—1977., na temelju Köppenove sheme.
Fig. 1. Distribution of different types of temperature annual courses in Croatia, 1950—1977, based on Köppen's sheme.

Dolinama rijeka jadranskog sliva: Zrmanje, Krke, Cetine i Neretve prodire topli maritimni zrak u unutrašnjost kopna, pa se klimatski tip *Ca* prostire i do njihovog gornjeg toka. Kao primjer navodi se Knin i Sinj iako se ovaj posljednji nalazi uz samu temperaturnu granicu između klima *Ca* i *Cb*. Srednja temperatura srpnja iznosi, naime, u Sinju $22,1^{\circ}\text{C}$. Planinski vrhunci u sinjskoj krajini iznad 550 m nadmorske visine pripadaju *Cb* klimi.

Osim jakih ljetnih vrućina, što je glavna značajka klimatskog tipa *Ca*, na cijelom tom području u Hrvatskoj zime su izrazito blage. Po Köppenovoj klasifikaciji tom klimatskom tipu pri-

Ca klime daleko su iznad te granične vrijednosti. Kreću se od $3,5^{\circ}\text{C}$ (Sinj) do $9,0^{\circ}\text{C}$ (Komiža). Dapače, obalni pojas, južnije od rta Ploče, ima svugdje srednju temperaturu u siječnju čak iznad 7°C .

Klimatski *Cb* tip prevladava u većem dijelu Hrvatske. Zahvaća cijeli njen panonski dio, protežući se na zapad do granice Slovenije, a na sjeveru prodire u Međimurje. Preko Gorskog kotara dopire do unutrašnjosti Istre, a preko Like na jug do Zrmanje.

Na prostranom području *Cb* klime ističe se Gorski kotar s dugotrajnim i ostrim zimama. Većina postaja ima godišnje svega 5 mjeseci sa

srednjom temperaturom iznad 10 °C. Srednja temperatura najhladnijeg mjeseca (siječanj) iznosi oko -2 °C. Najnižu temperaturu imaju: Zalesina -2,7 °C, Stara Sušica -2,4 °C, Parg -2,2 °C, Lokve -2,1 °C, te Delnice -2,0 °C. Ljeta su svježija i ugodna. Srednja temperatura najtoplijeg mjeseca (srpanj) iznosi na spomenutim postajama nešto iznad 16 °C. Zalesina, najhladnija među njima, ima 16,1 °C, a Delnice, kao najtoplije, 16,7 °C.

Temperaturne opreke klimatskog *Cb* tipa u Lici su blaže nego u Gorskom kotaru. Srednje siječanjske temperature iznose od -1,9 °C (Baške Oštarije) do -0,6 °C (Gračac), ali broj mjeseci u godini sa srednjom temperaturom $t \geq 10$ °C isti je kao i u Gorskom kotaru, tj. samo 5 mjeseci. Ljeta su ovdje nešto toplija. Najniža srednja srpanjska temperatura je 16,7 °C (Plitvički Leskovac, Baške Oštarije), a najviša 19,0 °C (Gračac).

Kordun ima još blaže zime. Srednja temperatura u siječnju je oko 0 °C, odnosno točnije -0,5 °C (Ogulin, Slunj) do -0,1 °C (Plaški). Srednja temperatura u srpnju približava se vrijednosti 20 °C, te Slunj ima 20,1 °C, Ogulin 19,5 °C, a Plaški 19,2 °C. Povećan je i broj mjeseci sa srednjom temperaturom $t \geq 10$ °C, pa točno pola godine ima srednju temperaturu iznad tog temperaturnog praga.

Nizinski dio Hrvatske, na kojemu je rasprostranjen klimatski *Cb* tip, ima, suprotno gorovitim krajevima, relativno topla ljeta. U tom je području u srpnju srednja temperatura na 70 % postaja iznad 20 °C. Zime su naprotiv prilično hladne. Siječanjske srednje temperature skoro su posvuda ispod 0 °C. Na 95 % postaja iznose od -0,5 do -1,5 °C.

Klimatski tip Db javlja se u Hrvatskoj u planinskim krajevima iznad 1 100 m nadmorske visine. Zahvaća relativno mala područja, koja su razbacana po Lici, a u Gorskom kotaru predio oko Platka, Risnjaka i Snježnika. Manja područja tog tipa klime nalaze se u Istri na vrhovima Učke, te u Dalmaciji na Dinari, Svilaji i Biokovu. Zime su u *Db* klimi vrlo oštre i dugotrajne. U toku godine samo četiri mjeseca imaju srednju temperaturu iznad 10 °C. Na Platku je srednja siječanjska temperatura -3 °C, a srpanjska oko 14 °C.

Klimatski tip Dc nalazi se u Hrvatskoj jedino na planinskim vrhovima Velebita, na nadmorskoj visini iznad približno 1 350 m. Na Zavižanu, jednom od velebitskih vrhunaca, svega 3 mjeseca u godini imaju $t \geq 10$ °C. U siječnju tamo iznosi srednja temperatura oko -4 °C, a u srpnju oko 12 °C.

Tablica 3 donosi godišnji hod temperature odabranih postaja s obilježjem svakog od klimatskih tipova nađenih u Hrvatskoj.

Tab. 3. Primjeri godišnjeg hoda temperature u °C za pojedine temperaturne klimatske tipove na temelju Köppenove sheme

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Tip Ca</i>												
Pula	5,5	6,2	8,1	12,0	16,6	20,8	23,3	22,7	19,1	14,5	10,5	6,9
Hvar	8,9	9,3	10,9	14,2	18,4	22,2	24,8	24,6	21,6	17,6	13,8	10,7
<i>Tip Cb</i>												
Zagreb-Grič	0,5	3,0	6,9	11,9	16,2	19,7	21,5	20,7	17,0	11,8	7,0	2,0
Gospić	-1,8	-0,7	3,3	8,2	12,7	16,4	18,1	17,4	13,6	8,7	4,8	0,1
<i>Tip Db</i>												
Lividraga	-3,4	-2,2	-0,4	4,0	8,9	12,8	14,4	13,7	10,6	6,2	2,4	-1,2
Stipanov												
Grič	-3,3	-2,7	-0,1	4,5	9,2	12,9	15,2	14,8	11,6	6,6	1,9	-1,8
<i>Tip Dc</i>												
Zavižan	-4,3	-4,1	-2,2	1,5	6,4	10,0	12,4	12,2	8,9	4,7	1,0	-2,7

Tumačenje klimatskih tipova

Raspodjela temperaturnih tipova klime u Hrvatskoj uvjetovana je njenim zemljopisnim smještajem, blizinom mora, orografijom i općom cirkulacijom atmosfere koja je tu vrlo izrazita. Sezonske promjene položaja glavnih akcionih centara atmosfere jako se odražuju na vrijeme u nas. Zimi se kontinentalni dio nalazi pod utjecajem prostrane evroazijske anticiklone, tzv. Sibirske, čiji se okrajci protežu katkada sve do srednje Evrope. Otuda potječu niske siječanjske temperature u nizinskom dijelu *Cb* klime, a u zaleđu Dinarida nakupine hladne zračne mase.

Jezera hladnog zraka iza Dinarida mogu nastati i kada prevladava meridionalna cirkulacija iznad sjeverne i srednje Evrope. Arktički ili polarni zrak navire tada iz većih zemljopisnih širina, otječe prema jugu i zaustavlja se na dinarskom lancu. Tako Dinaridi predstavljaju oštru klimatsku prepreku. Taj goroviti kraj ima doduše *Cb* klimu, ali njenu vrlo hladnu varijantu, koja na većim visinama prelazi u snježno-borealnu *D* klimu.

Na primorju u to doba godine djeluju sredozemne ciklone, pa se tamo izmjenjuje uglavnom jugo s burom. Primorska mjesta, naročito otočje, gdje se maritimni utjecaj najjače očituje, imaju vrlo blage zime.

Ljeti dolazi do promjena velikih razmjera u općoj cirkulaciji atmosfere, što je odlučujuće za vrijeme u Hrvatskoj. Odmicanjem Azorske anticiklone prema sjeveru uspostavlja se etezijska struja koja prelazi i preko našeg područja. U Sredozemlju zamire ciklonalna aktivnost, a zahvaća ga greben subtropskog maksimuma. U primorju je stoga vedro i sunčano vrijeme, pa srpanjske temperature prelaze granicu 22 °C. Na prijelazu od zimskog na ljetno obilježje baričkog polja iznad Evrope i okolnih mora — što se najčešće dešava u travnju — započinju prodori vlažnog oceanskog zraka s Atlantika u kontinent-ski dio Hrvatske. Sredinom ljeta situacija se smiruje i temperatura zraka nad ugrijanim kopnom postizava maksimalne vrijednosti u srpnju. Grmljavinske oluje u tom mjesecu prekidaju katkada insolaciju, a time i dovod topline u prizemne slojeve atmosfere, ali zbog relativno kratkotrajnog djelovanja ne utječu odviše na srednju mjesečnu temperaturu zraka.

Razlike prema prijašnjim klimatskim kartama Hrvatske

Prva klimatska karta po Köppenu prikazana je u »Klimi Hrvatske« iz godine 1942, koja je izrađena na temelju meteoroloških podataka do II svjetskog rata. Hidrometeorološki zavod SR Hrvatske izdao je 1971. slijedeću po redu klimatsku kartu kao prilog radu »Klimatski podaci SR Hrvatske« prema 13-godišnjem nizu mjerenja u razdoblju 1948—1960.

Ovdje prikazana najnovija klimatska karta, izrađena na temelju godišnjeg hoda temperature u razdoblju 1950—1977, razlikuje se od prijašnjih i po broju nađenih klimatski tipova i po njihovom rasprostriranju.

Na toj karti (sl. 1) klima *Cb* zauzima približno isto područje kao i na prethodnima. Međutim, navedeni klimatski tip prodire dublje u unutrašnjost Istre nego na karti HMZ-a iz 1971. god., dok na prvoj iz 1942. Istra nije ni analizirana.

Dalmacija i Dalmatinska zagora su na prethodnim kartama u cjelini označene kao *Ca*. Na najnovijoj karti ta su područja isprekidana površinama *Cb* klime na većim nadmorskim visinama. Osim toga, pojavljuje se i *Db* klima koja zahvaća najviše planinske predjele Gorskog kotara i Like, kao i predjele planinskih vrhunaca Dalmatinske zagore. Na Velebitu se osim *Db* javlja čak i hladnija *Dc* klima.

Na klimatskoj karti iz 1942. nalazi se još i maleno područje *Ca* klime u istočnom dijelu Posavine. Temperaturni podaci iz razdoblja 1950—1977. niječu postojanje te klime na spomenutom području, a nije naznačena ni na karti iz 1971. godine.

Navedene razlike između tri klimatske karte Hrvatske nastale su zbog:

- različitih razdoblja za koja su karte izrađene;
- različite duljine upotrijebljenih temperaturnih nizova;
- manjeg broja visinskih postaja u prijašnjim razdobljima.

Fluktuacije klime u pojedinim vremenskim razdobljima mogu imati različit trend, intenzitet i trajanje, što uzrokuje sad jači, sad slabiji pad, odnosno porast vrijednosti klimatskih elemenata. Uspoređenje temperaturnih nizova 1948—1960. i 1950—1977. pokazuje izrazito zahlađenje iznad cijele Hrvatske u potonjem razdoblju. Pad temperature jače je izražen u hladnom dijelu godine nego u toplom, osobito u kontinent-skom dijelu Hrvatske. Srednja siječanjska temperatura spustila se prosječno za $-0,8$ °C u unutrašnjosti, dok je na primorju pala u pola manje, za svega $-0,4$ °C. Ljeti je pad temperature ublažen. U srpnju iznosi prosječno $-0,2$ °C u unutrašnjosti, a $-0,3$ °C na primorju. Većina primorskih postaja ne pokazuje u godinama 1950—1977. zakašnjenje godišnjih ekstrema temperature, što je inače maritimno obilježje godišnjeg hoda temperature. Iznimka su Palagruža i Mosor-Ljuvač s pomakom maksimuma iz srpnja u kolovoz, a Dubrovnik i Kuna izjednačuju temperaturu srpnja i kolovoza. Pomak zimskog minimuma je izostao, jedino Palagruža ima istu srednju temperaturu u siječnju i veljači. Naprotiv, raniji temperaturni niz 1948—1960. pokazuje pomicanje zimskog minimuma za većinu primorskih postaja od zapadne obale Istre do Splita i po otocima od Kvarnera duž Jadrana (17 postaja), dok pomicanje ljetnog maksimuma zahvaća samo južni dio Jadrana (5 postaja).

Uspoređenje s temperaturnim podacima za prvu klimatsku kartu Hrvatske iz 1942. nije izvršeno, jer nizovi postaja potječu iz raznih razdoblja. Najinteresantnija je razlika da se na prvoj karti pojavljuje klimatski tip *Ca* u području istočne Posavine. Za uspoređenje raspolagalo se samo s jednom postajom iz tog područja (Sl. Brod). Pokazalo se da su prva desetljeća ovog stoljeća (1904—1938) bila toplija u Posavini nego u razdoblju 1950—1977. Treba ipak podsjetiti da je na karti iz 1942. analizirano šire područje uz Savu, obuhvaćajući i susjedne bosanske postaje i dio zapadnog Srijema, što je omogućavalo detaljniju klimatsku analizu, pa je osim fluktuacije klime i to moglo utjecati na rezultat.

Kako je već prethodno spomenuto, kod istraživanja klime po Köppenu, određuje se i duljina intervala u godišnjem hodu temperature s mjesečnim srednjacima barem 10 °C ili više (tabl. 1). Pokazalo se da na području istog klimatskog

tipa varira duljina intervala ponajviše zbog lokalnih klimatskih karakteristika. Na slici 2 prikazuje se prostorna raspodjela duljine tog in-

tervala iznad Hrvatske za razdoblje 1950—1977. Izolinije na slici označuju broj mjeseci u godini s $t \geq 10^\circ\text{C}$.



Sl. 2. Raspodjela duljine intervala u godišnjem hodu temperature zraka s mjesečnim srednjakom $t \geq 10^\circ\text{C}$ u Hrvatskoj za razdoblje 1950—1977.

— izolinije označuju broj mjeseci $t \geq 10^\circ\text{C}$
 - - - interpolirane izolinije na mjestima s nedovoljnim brojem podataka

Fig. 2. Distribution of duration interval with monthly mean temperature above 10°C ($t \geq 10^\circ\text{C}$) in Croatia 1950—77.

— isolines for the number of months with $t \geq 10^\circ\text{C}$
 - - - interpolated isolines where there were not enough data.

Na području *Ca* klime u Hrvatskoj samo južni otoci Jadrana i Dubrovnik imaju 10 mjeseci godišnje sa srednjom temperaturom $t \geq 10^\circ\text{C}$. Idući uz obalu prema sjeveru, duljina intervala se smanjuje. Kod Šibenika iznosi 8 mjeseci i nadalje ostaje nepromijenjena sve do zapadne obale Istre. Lokalni uvjeti, kao nezaštićeni polo-

žaj i izloženost postaje prema hladnim sjevernim vjetrovima, lijepo se ističu na otocima srednje Dalmacije (Jelsa, Sutivan). I utjecaj nadmorske visine se sasvim jasno razabire (Nerežišće, Kuna, Mosor-Ljuvač).

Dalmatinska zagora, koja također pripada *Ca* klimi, ali njenoj oštrijoj varijanti, ima samo 7 mjeseci godišnje srednju temperaturu 10°C ili više, isto kao i nizinski dio hladnije *Cb* klime.

Na području *Cb* klime panonski i sjeverozapadni dio Hrvatske pokazuje jednoličnu temperaturnu raspodjelu s obzirom na duljinu raz-

matranog intervala u godišnjem hodu. Gotovo sve postaje imaju u toku godine 7 mjeseci sa srednjom temperaturom $t \geq 10^\circ\text{C}$. Iznimku čine Spačva i Križevci sa 6 mjeseci, zatim Đurđevac, Kostel i visinske postaje na Medvednici: Sljeme, Puntijarka i Stubička Gora s 5 mjeseci. U Korđunu klima postaje oštrija, pa se skraćuje duljina intervala na 6 mjeseci godišnje. Oporost klime još više dolazi do izražaja u Lici i Gorskom kotaru, gdje duljina intervala iznosi 5 mjeseci, a na većim nadmorskim visinama 4 (Stipanov

Grič, Platak, Lividraga). Na Zavižanu, u Velebitu, samo 3 ljetna mjeseca imaju srednju temperaturu $t \geq 10^\circ\text{C}$, što mu i daje odlike hladnog klimatskog podtipa *c*.

Kao prilog, na kraju ovog razmatranja, tablica 4 donosi klimatsku podjelu Hrvatske na temelju godišnjeg hoda temperature u razdoblju 1950—1977. s pripadnim postajama i njihovom nadmorskom visinom. U tablici su naznačene postaje koje imaju neprekinuti 28-godišnji niz mjerenja.

Tab. 4. Popis klimatoloških postaja s nadmorskom visinom i temperaturnom klimatskom formulom.

Umjereno topla klima s dugim, vrućim ljetom : Ca

1. Benkovac	179 m
2. Biograd	8
3. Buje	210
4. Cres	5
5. Crikvenica	2
6. Čilipi	157
7. Drniš	304
8. Dubrovnik	49
9. Fažana	16
10. Hvar	20
11. Imotski	460
12. Jelsa	3
13. Kaštel Stari	24
14. Knin	234
15. Komiža	6
16. Korčula	15
17. Kraljevica	20
18. Krk	12
19. Kuna	357
20. Lastovo	186
21. Makarska	9
22. Mali Lošinj	4
23. Malinska	1
24. Nerežišće	382
25. Novigrad	15
26. Opatija	5
27. Opuzen	2
28. Orebić	6
29. Pag	3
30. Palagruža	98
31. Poreč	15
32. Pula	30
33. Rab	24
34. Rijeka	120
35. Rovinj	5
36. Senj	26
37. Sinj	308
38. Silba	20
39. Split-Marjan	122
40. Ston	2
41. Sutivan	10
42. Šestanovac	240
43. Šibenik	77
44. Vela Luka	30
45. Vrana	35
46. Vrgorac	347
47. Zadar	5

Umjereno topla klima sa toplim ljetom : Cb

1. Baške Oštarije	924 m
2. Bistrac	160
3. Bjelovar	141
4. Botinec	116
5. Božjakovina	110
6. Brestovac Belje	91
7. Brinje	481
8. Čakovec	165
9. Čazma	144
10. Čepić	30
11. Daruvar	161
12. Delnice	698
13. Donji Miholjac	97
14. Đakovo	98
15. Đurđevac	121
16. Fužine-brana	721
17. Garešnica	143
18. Gospić	564
19. Grubišno Polje	163
20. Gračac	560
21. Ilok	133
22. Jastrebarsko	138
23. Jazbina	242
24. Karlovac	112
25. Koprivnica	141
26. Kostajnica	110
27. Kostel	270
28. Križevci	155
29. Kutina	149
30. Lepoglava Čret	227
31. Ličko Lešće	463
32. Lipik	154
33. Lokve-brana	774
34. Lovinac	591
35. Ludbreg	155
36. Mosor-Ljuvač	853
37. Našice	157
38. Novi Dvori	135
39. Nova Gradiška	130
40. Novi Marof	266
41. Novska	152
42. Ogulin	328
43. Osijek	89
44. Osijek-Neumann	90
45. Parg	863

46. Pazin	291	65. Vinkovci	85
47. Petrinja	106	66. Virovitica	122
48. Písarovina	140	67. Zabok	150
49. Plaški	385	68. Zagreb-Grič	157
50. Plitvički Leskovac	650	69. Zagreb-Maksimir	123
51. Podravska Slatina	127	70. Zagreb-Podsused	122
52. Puntijarka	988	71. Zalesina	750
53. Sisak	98		
54. Skrad	675	<i>Hladna snježno-šumska klima s toplim ljetom : Db</i>	
55. Slavonski Brod	88	1. Lividraga	929 m
56. Slavonska Požega	152	2. Platak	1 111
57. Slunj	258	3. Stipanov Grič	1 200
58. Sljeme	999		
59. Spačva	82	<i>Hladna snježno-šumska klima s hladnim, kratkim ljetom : Dc</i>	
60. Stara Sušica	742	1. Zavižan	1 596
61. Stubička Gora	620		
62. Stubičke Toplice	168		
63. Topusko	129		
64. Varaždin	167		

Summary

CLIMATIC DIVISION OF CROATIA ACCORDING TO THE CHARACTERISTICS OF ANNUAL COURSE AIR IN TEMPERATURE

by

Volarić Božena — Lisac Inga

The character of the annual temperature course for 122 climatological stations in Croatia during the period 1950—77 is analysed. The analysis is based on Köppen's scheme, after applying customary statistical reduction methods, and the correct climatic formula to each station is assigned. A map of Köppen's climatic temperature types is elaborated, using the regression equation when necessary, in mapping climatic isolines. Three different types of vertical

distribution for some temperature thresholds in continental and coastal mountain ranges were found. Furthermore, four temperature types in Köppen's climatic classification were established in Croatia. These are Ca, Cb, Db and Dc, where type Cb occurs over the biggest area in the country. The main dynamical, orographical and other factors responsible for climatic types in Croatia are briefly described.

LITERATURA:

1. Atlas klime SFRJ (1931—1960), Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd.
2. Conrad, V. i L. W. Pollak (1950): Methods in Climatology, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, str. 459.
3. Köppen, W. (1936): Das geographische System der Klimate, Köppen i Geiger Hrsg, Handbuch der Klimatologie, I, C. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin.
4. Köppen, W. (1929): Typische und Übergänge Klimate, Meteor. Zeitschr. Bd 46, H. 4, str. 121-126.
5. Makjanić, B. (1959): Metoda izanomala i razdioba temperature zraka u Jugoslaviji, Vesnik Hidrometeorološke službe FNRJ, God. VIII, br. 1-2, Beograd, str. 1-10.
6. Penzar, I., B. Penzar, B. Volarić (1970): O metodici izrade klimatoloških karata u vezi s pojavom hladnih dana, Geografski glasnik XXXII, Zagreb, str. 61-67.
7. Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske (1971): Klimatski podaci SR Hrvatske, Građa za klimu Hrvatske, Ser. II, br. 5, Zagreb.
8. Šliepčević, A. (1959): Promjena temperature s visinom u planinskim predjelima, Rasprave i prikazi Hidrometeorološkog zavoda Hrvatske SRH, br. 4, Zagreb, str. 149-164.
9. Škreb, S. i suradnici (1942): Klima Hrvatske, Geofizički zavod u Zagrebu, Zagreb, str. 138.