

PRILOG POZNAVANJU KLIME PRIMORSKE REGIJE JUGOSLAVIJE

korištenjem Walterovih klima-dijagrama*

STJEPKO GOLUBIĆ

Klima nekoga kraja očituje se u kompleksnom djelovanju čitavog niza faktora. Stoga su prikazi klime, koji se zasnivaju na djelovanju jednog faktora jednostrani i nepotpuni te dozvoljavaju niz pogrešnih zaključaka. Tabela prikazi pružaju iscrpniji i svestraniji pregled klime. Želimo li, međutim, uspoređivati klimatske prilike u raznim predjelima, tabelarni pregledi su suviše nepregledni.

Potrebno je, dakle, naći način preglednog prikaza najbitnijih faktora klime, u njihovu međusobnom odnosu, a da se izbjegne preopterećenje sporednim, manje važnim detaljima, koji bi otežavali poredbu.

Sistem klimatskih formula zadovoljava zahtjeve poredbe svojom jednostavnošću, no redovito je vezan uz jednu određenu klimatsku podjelu.

Klima-dijagrami H. Waltera, koje ćemo ovdje prikazati i primijeniti, predočuju odnose godišnjeg hoda temperature i padalina kao najbitnijih značajki klime nekog kraja. Jednostavno grafičko rješenje neopterećeno pojedinostima daje predodžbu klime.

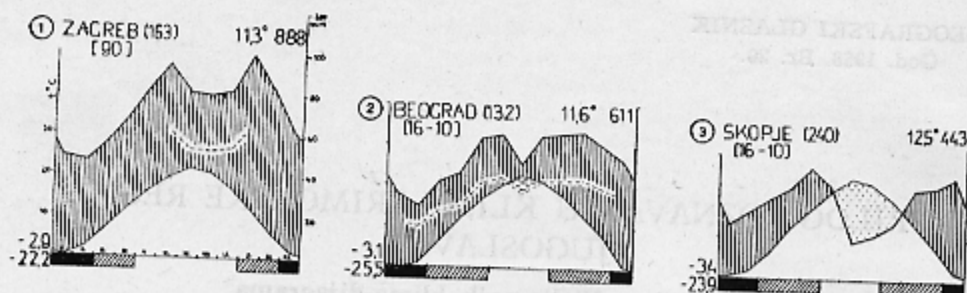
Uporedni prikazi srednje mjesečne temperature i padalina nisu novi. No tek H. Gaussen uvodi posve određene proporcije između obiju krivulja i dobiva tako sliku klime. Na tom je principu Walter razradio jednostavan sistem prikazivanja klime, koji je nazvao klima-dijagramom.

Klima-dijagrami ne uključuju nikakvu podjelu klime. To je samo pregledna slika, koja koristi isključivo objektivne meteorološke podatke i dozvoljava dalju klasifikaciju prema bilo kojem kriteriju, kao i eventualne dopune, prema svrsi, kojoj će dijagrami poslužiti. Iz istih su razloga klima-dijagrami vrlo dostupni.

Walterovi klima-dijagrami uključuju sliku suše odnosno raspored humidnog i aridnog perioda kroz godinu. To je osobito važno za primjenu u poljoprivredi, napose u krajevima s aridnom klimom, gdje su potrebna navodnjavanja.

Kao primjere izabrali smo klima-dijagrame triju naših gradova (sl. 1.)

* Izrađeno u Institutu za eksperimentalnu biologiju JAZU, direktor akademik V. Vouk. Na ovom mjestu želim izraziti zahvalnost za pobudu za taj rad. stručni savjet i literaturu gg. prof. dr. H. Walteru, dr. Liethu i dr. Z. Pavletiću; kolegi B. Tupeku za pomoć pri sabiranju literature, a posebno kolegi R. Paviću, koji mi je svojim primjedbama susretljivo pomogao.



Sl. 1.

1. U lijevom gornjem kutu ispisano je ime stanice i njena nadmorska visina (u okrugloj zagradi).

2. Broj godina zapažanja za temperaturu i padaline nalazi se u uglatoj zagradi ispod imena stanice; uzeto je u obzir najmanje 10 godina.

3. Na apscisi su nanoseni mjeseci od januara do decembra.

4. Na ordinati nanosene su srednje mjesečne temperature (tanja crta), i to tako, da svaki razdjeljak (lijevo) odgovara 10°C , zatim mjesečne količine padalina u dva omjera: deblja, izvučena linija uzima za vrijednost jednog razdjelka 20 mm padalina, iscrkana linija pak 30 mm (desno).

5. U desnom gornjem kutu je srednja godišnja temperatura i godišnje količine padalina.

6. U lijevom donjem kutu označuje gornja brojka srednju minimalnu temperaturu najhladnijeg mjeseca, a donja brojka najnižu mjerenu temperaturu u periodu opažanja.

7. Ispod nulte linije ispunjeni su crno mjeseci sa srednjom minimalnom temperaturom ispod nule, k tome su kosim crticama dodani mjeseci u kojima su mogući mrazovi.

8. Ploha, omeđena odozgo linijom padalina, a odozdo temperature, vertikalno je iscrkana i odražava humidnost klime.

Na primjru Zagreba vidimo, da je klima prosječno kroz cijelu godinu humidna. Kada se crtkana linija padalina spusti ispod temperature linije, označena je tako nastala ploha horizontalnim crtkama i označuje umjereno suhi period. Kako se vidi iz dijagrama Beograda, taj period traje tamo oko 2 mjeseca, a najizrazitiji je u mjesecu julu. — Na dijagramu Skoplja spušta se i puna linija padalina ispod temperature linije. Tako nastala ploha označuje sušu, što je predočeno točkicama; visina plohe označuje intenzitet, a širina trajanja suše. Kad se mjesečne količine padalina veće od 100 mm, kao na dijagramima iz primorja, uertava se mjerilo 10 puta manje, tako da jedan razmak odgovara 200 mm padalina, dok se ploha dijagrama iznad linije od 100 mm ispuni crno.

Što na pr. možemo čitati na prvi pogled iz dijagrama Skoplja?

Vlažni godišnje doba traje od oktobra do juna, dok su ljetni mjeseci karakterizirani izrazitom sušom, koja počinje već u junu, a u julu i augustu je najizrazitija. Hladno godišnje doba traje od decembra do februara, no hladnoća je umjerena, jer srednja mjesečna temperatura nikad ne silazi ispod nule, a zimske srednje minimalne su blage ($-3,4$). Povremeni mrazovi mogu nastupiti i u maju i septembru. Ljetne kulture nemoguće je gajiti bez natapanja.

*

Potrebno je dati još neke podatke o teoretskoj podlozi ovog sistema prikazivanja klime. »Hidratacija« okosnica sistema, funkcija je padalina

i evaporacije. Evaporacija se pak približno proporcionalno mijenja s temperaturom, tako da se njihove krivulje poklapaju. Podaci za temperaturu predočuju evaporaciju, koja je rijetko gdje mjerena, i to ne za dulji niz godina. Hidrotermički kvocijent izražava stanje hidrature; izračunava se prema formuli:

$$\frac{N}{\Sigma t} \cdot 10$$

gdje je N količina padalina u nekom razdoblju, a Σt suma topline primljena u isto vrijeme. Ako radimo s mjesečnim vrijednostima (indeks o), možemo sumu topline izraziti srednjom mjesečnom temperaturom $\times 30$ dana, dakle možemo pisati:

$$\frac{N_o}{30 t_o} \cdot 10 \text{ odnosno } \times \frac{N_o}{3 t_o}$$

Kod humidne klime on je veći od 1. Pojava suše i usporedno s tim i stepske vegetacije vezana je uz hidrotermički kvocijent manji od 0,7. Uvrstimo li ovu vrijednost u formulu, imamo:

$$\frac{N_o}{3 t_o} = 0,7$$

$$\frac{N_o}{t_o} = 2,1 \text{ okruglo } 2$$

$$N_o = 2 t_o$$

Time smo dobili odnos, u kojem su na dijagramu nanесene vrijednosti za srednje mjesečne temperature i mjesečne količine padalina. Početak i kraj suše u ovakvom dijagramu pada u sjecište krivulja. Intenzitet suše odgovara razmaku temperaturne krivulje i krivulje padalina ispod nje. Razdoblje, u kome krivulja padalina nadvisuje temperaturnu, humidno je, t. j. padaline su veće od ishlapljivanja.

U našem klimatskom području potrebno je još razlikovati period umjereno suhog vremena od prave humidne klime. To je ono razdoblje, kad je hidrotermički kvocijent manji od 1, t. j. u odnosu

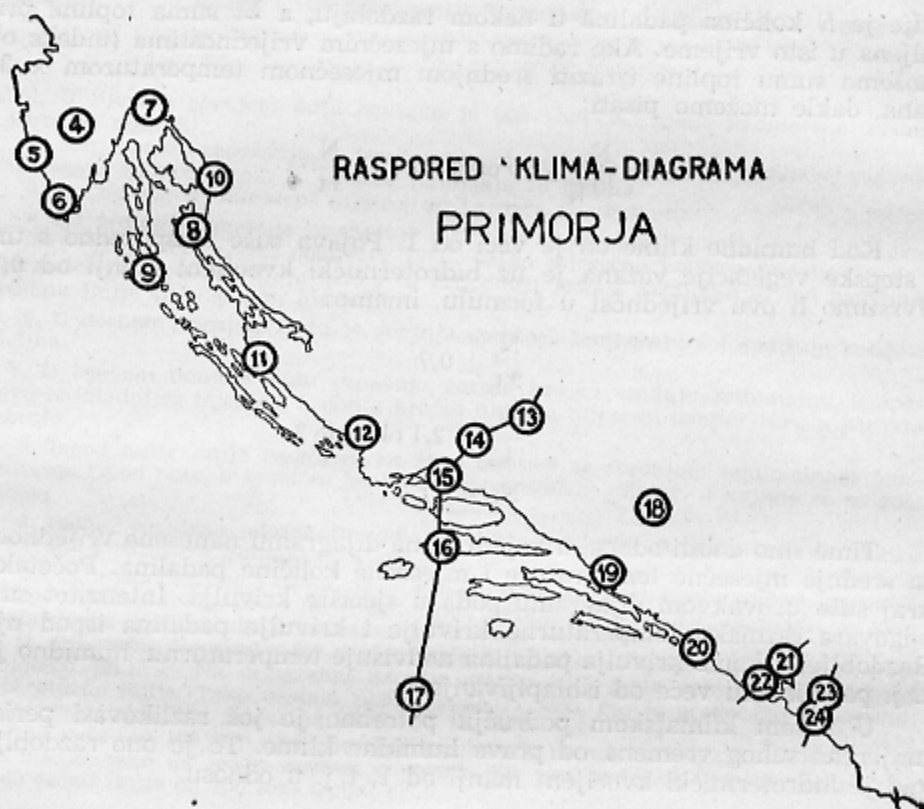
$$\frac{N_o}{3 t_o} = 1 \text{ ili } N_o = 3 t_o$$

Umjereno suho razdoblje označeno je na dijagramu plohom, koja se dobiva sjecištima crtkane krivulje i linije temperatura, i predočeno je horizontalnim iscrtkanim linijama.

Na ovaj se način dobivaju dijagrami, koji uz maksimalnu jednostavnost daju preglednu sliku klime i omogućuju lagano poređenje međusobnih klimatskih razlika i sličnosti. H. Walter je radi olakšanja poređenja išao još dalje — locirao je klima-dijagrame na geografsku kartu i predočio ih u međusobnom prostornom odnosu. Korisnost takvih klimakartograma za poljoprivredu i šumarstvo ne treba ni isticati. Jednako

zgodne komparacije mogu se vršiti aplikacijom klima-dijagrama na prostorne profile, što smo proveli u ovom radu.

Za izradu klima-dijagrama koriste se srednje vrijednosti u nizu od barem deset godina. To odgovara onim prosječnim prilikama, kojima se prilagođuje prirodna vegetacija, stoga su za vegetacijske studije ovakvi prikazi najprikladniji. Drugačije je kod studija kultura, koje su osjetljive na promjene iz godine u godinu. Za takve detaljne studije nekog mjesta

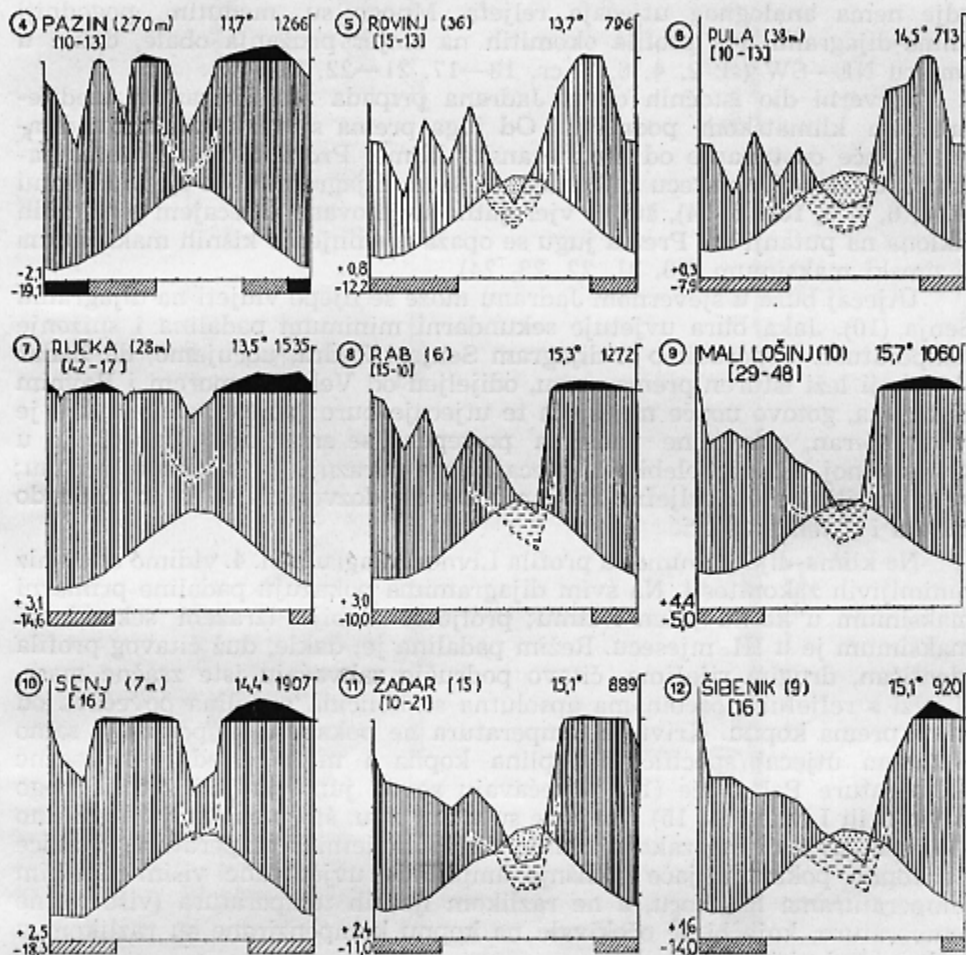


Sl. 2.

predlaže Walter izradu klimatograma. Klimatogram (po Walteru) dobivamo unošenjem mjesečnih vrijednosti za temperaturu i padaline za uzastopni niz godina. Iz tog slijeda mogu se odmah uočiti specifične smjene kišnih i sušnih godina, hladnih zima i sl. Klima-dijagrami mogu dati osnovu za još detaljnije analize uz uključivanje utjecaja tla, mikroklimne ili vegetacije.

Primjenljivost ovog sistema pokazala se u svim klimatima. H. Gaussen je obrađivao južnu Francusku, sjevernu Španjolsku i sj. Afriku. Walter obrađuje srednju Evropu, aridne predjele u svijetu, južni dio istočne

Evrope, a proširuje svoje radove i na trope i sjev. Ameriku, dok je F. Pannier obradio Venezuelu. Klima-kartogrami Turske (1955.) i Iraka (1957.) već su publicirani, a u pripremi se nalaze kartogrami Mediterana, Španjolske i Australije, dok će u izdanju VEB Gustav Fischer, Jena, izaći i svjetski atlas klima-kartograma.



Sl. 4.

Toj opsežnoj djelatnosti priključujemo se ovim prilogom klima-dijagrama našeg primorja.

*

Walterovi klima-dijagrami primijenjeni u našem primorskom kraju pružaju lijepu ilustraciju čitavog niza poznatih klimatskih pojava i zakonitosti u njihovu zajedničkom djelovanju.

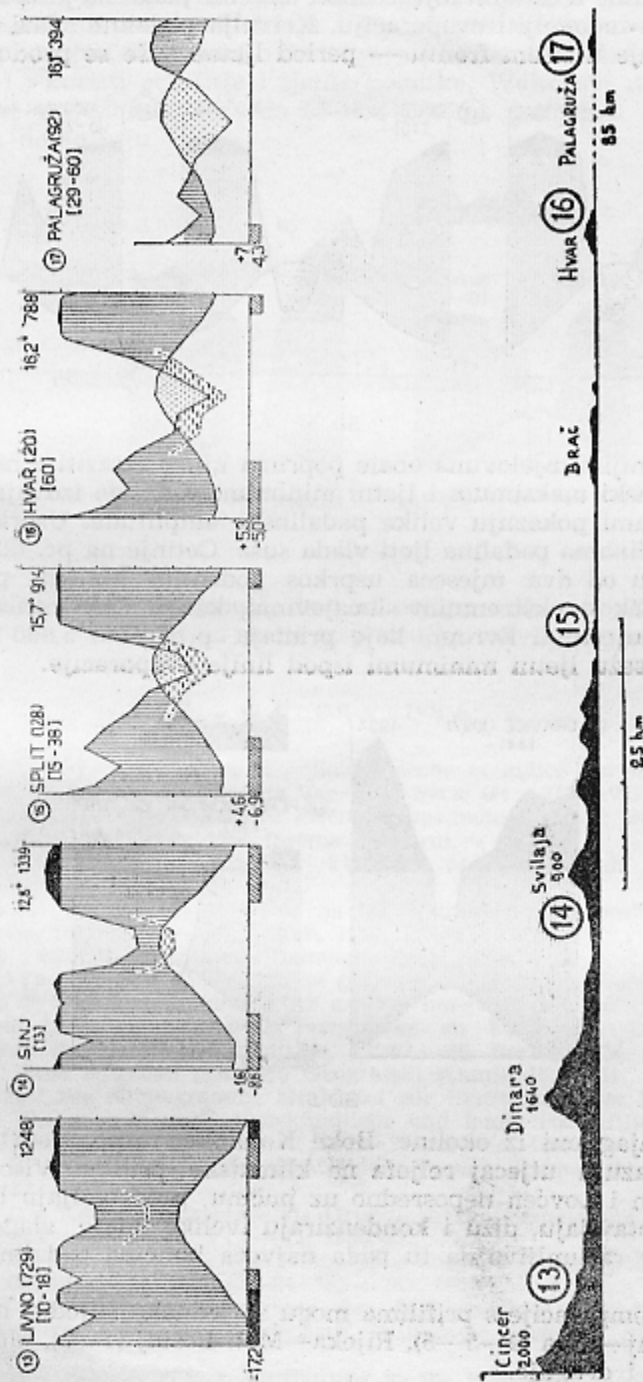
Za klimatske osobine primorja karakterističan je jak utjecaj reljefa. Smještaj visokih planina neposredno uz more utječe jako na klimu primorja. Uz dizanjem toplog vlažnog zraka uz obronke planina kondenziraju se velike količine vlage, i to su mjesta najvećih količina padalina. Zbog toga bi bilo vrlo teško provesti klimatsku podjelu primorske regije na klimatska područja, kao što je to proveo Walter u južnom dijelu Rusije, gdje nema analognog utjecaja reljefa. Mnogo su, međutim, pogodniji klima-dijagrami duž profila okomitih na smjer pružanja obale, dakle u smjeru NE—SW (sl. 2, 4, 6, 7, cr. 13—17, 21—22, 23—24).

Sjeverni dio istočnih obala Jadrana pripada modificiranom mediteranskom klimatskom području. Od juga prema sjeveru pokazuju dijagrami jače odstupanje od mediteranske klime. Proljetni maksimumi padalina u III. i V. mjesecu zajednički su svim dijagramima u sjev. Jadranu (4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14), što je vjerojatno uvjetovano utjecajem proljetnih ciklona na putanji 5b. Prema jugu se opaža ujedinjenje kišnih maksimuma u zimski maksimum (20, 21, 22, 23, 24).

Utjecaj bure u sjevernom Jadranu može se lijepo vidjeti na dijagramu Senja (10), Jaka bura uvjetuje sekundarni minimum padalina i sniženje temperature. Usporedimo li dijagram Senja i Zadra, uočujemo, da Zadar (11), koji leži isturen prema moru, odijeljen od Velebita morem i Ravnim Kotarima, gotovo uopće ne osjeća te utjecaje bure: porast temperature je ravnomjeran, a količine padalina postepeno se smanjuju. Rab (8) je u neposrednoj blizini Velebita i utjecaji bure odrazuju se u kišnom režimu; veća maritimnost i reljefna naklonjenost ne dozvoljavaju da to dođe do odraza i u temperaturi.

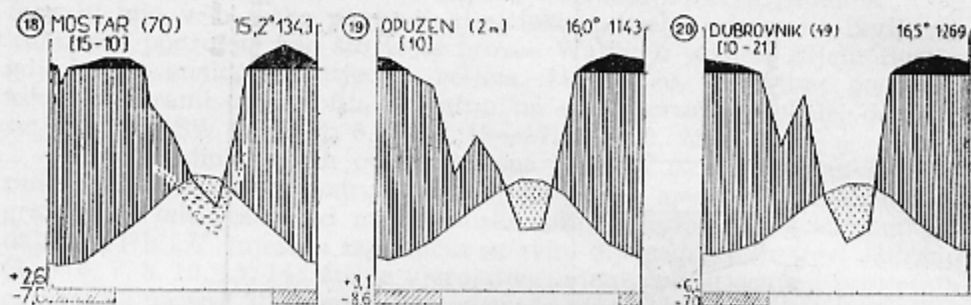
Na klima-dijagramima sa profila Livno-Palagruža sl. 4. vidimo čitav niz zanimljivih zakonitosti. Na svim dijagramima pokazuju padaline primarni maksimum u kasnu jesen i zimu; proljetni slabije izraženi sekundarni maksimum je u III. mjesecu. Režim padalina je, dakle, duž čitavog profila identičan, drugim riječima, čitavo područje zahvaćaju iste zračne mase. U vezi s reljefnim osobinama apsolutna se količina padalina povećava od mora prema kopnu. Krivulje temperatura ne pokazuju ili pokazuju samo neznatan utjecaj specifičnih toplina kopna i mora. Srednje mjesečne temperature Palagruže (17) povećavaju se od juna na juli sporije nego u Sinju ili Livnu (14, 15) i najviše su u augustu, što predstavlja normalno i morem uvjetovano zakašnjanje najviših ljetnih temperatura. Stanice na kopnu pokazuju jače godišnje amplitude uvjetovane višim zimskim temperaturama na moru, a ne razlikom ljetnih temperatura (više ljetne temperature, koje bi se očekivale na kopnu kompenzirane su razlikom u nadmorskoj visini).

Posebnu pažnju treba posvetiti rasporedu sušne periode na našem profilu. Suša principijelno ovisi o režimu i količini padalina i s druge strane o evaporaciji odnosno temperaturi. Kako su za sušu kritične ljetne temperature duž čitavog profila podjednake, možemo ih zanemariti, jednako kao i režim padalina. Ostaje nam samo količina padalina kao jedini faktor, koji uvjetuje razlike u sušnoj sezoni duž profila. — Opađanje padalina na profilu idući od kopna prema moru teče proporcionalno. Ukoliko kišni minimumi u julu i augustu silaze dublje ispod krivulje temperature — utoliko se intenzitet suše povećava. Paralelno s tima sni-



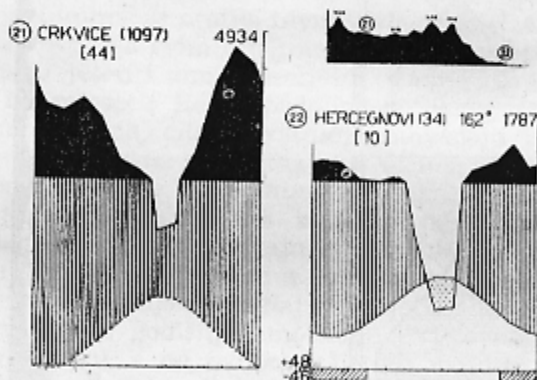
SL. 4.

zuju se i padaline u ostalim mjesecima i količine padalina juna i septembra ne mogu više zadovoljiti evaporaciju. Krivulja padalina silazi ispod temperature linije u širem frontu — period ljetne suše se produljuje.



Sl. 5.

U najjužnijim dijelovima obale poprima klima izrazitije mediteranski karakter. Zimski maksimum i ljetni minimum padalina izdvajaju se izrazitije. Dijagrami pokazuju velike padalinske amplitude. Usprkos velikim zimskim količinama padalina ljeti vlada suša. Cetinje na pr. (23) ima ljetni sušni periodu od dva mjeseca usprkos godišnjoj količini padalina od 3.500 mm. Tek u ekstremnim slučajevima, kao u Crkvicama (21), najkišovitijem mjestu u Evropi, koje primaju prosječno 5.000 mm taloga godišnje, ne sežu ljetni minimumi ispod linije evaporacije.

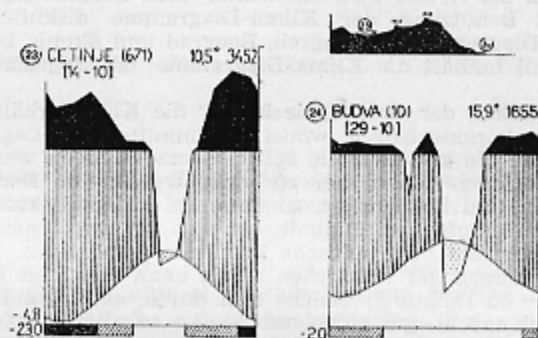


Sl. 6.

Klima-dijagrami iz okoline Boke Kotorske raspoređeni duž profila najbolje pokazuju utjecaj reljefa na klimatske prilike. Visoke obalske planine Orjen i Lovćen neposredno uz pučinu, predstavljaju barijeru, na kojoj se zaustavljaju, dižu i kondenziraju velike mase vlage donesene s mora, te je razumljivo da tu pada najveća količina padalina u Evropi (sl. 6. i 7.)

Slične komparacije s profilima mogu se jednako slijediti na linijama: Pazin—Rovinj—Pula (4—5—6), Rijeka—Mali Lošinj (7—9), Mostar—Opužen (18—19) i drugdje.

Posebno s obzirom na sušu pokazuju naši prikazi podudaranje s Rubićevim kartama izoaridnih linija i s profilima, kojima se prikazuje suša u istom području, na temelju indeksa ariditeta. Dok Rubić (Geogr. glas. XIII, 1951.) koristi godišnje i ljetne podatke, Walterovi dijagrami sadrže i mjesečne vrijednosti, tako da se oba sistema podacima i metodom prikazivanja dopunjuju.



Sl. 7.

Na kraju valja istaknuti, da kod ocjene svih ovih klima-dijagrama treba voditi računa, da su uzeti iz područja razvijenog krša.

LITERATURA

- Bagnouls, F. — Gaussen, H.: Saison sèche et indice xerothermique, Docum. p. l. Cartes des productions Vegetales Serie Gen. III-I-VIII 1953.
- Gaussen, H.: La vegetation des Pirénees espagnoles, Veröff. Geobot. Inst. Rübel 31: 90—132 Zürich, 1956 (prema Walteru).
- Goldberg, J.: Uzdužni i poprečni klimatski profili u našem primorju, Medic. bibliot. 75—78, Zagreb, 1940.
- Kovačević, M.: Tipovi vremena na ist. Jadranu i neke osobine temperatura, Medic. bibliot. 75—78, Zagreb, 1940.
- Marki, E.: Klimatske prilike u Dalmaciji, Split, 1924.
- Milosavljević, K.: Kišne i sušne periode u N. R. Srbiji, Beograd, 1951.
- Pannier, F.: El climatogramma, un aspecto nuevo para el concimiento del clima y de la distribucion de la vegetacion en Venezuela, Ergeb. d. Deutsch. limnolog. Venezuela-Expedition, 1: 57—66, Berlin, 1956. (prema Walteru).
- Rubić, I.: Suša u našem primorju Geografski glasnik 13; 1951.
- Walter, H.: Die Klimagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke, Ber. d. Deutsch. Bot. Geselsch. 68: 331—344, Berlin, 1955.
- Walter, H.: Das Problem der Zentralanatolischen Steppe, Die Naturwissensch 43: 97—102, 1956.
- Walter, H.: Klima Diagramme als Grundlage zur Feststellung von Dürrezeiten, Wasser u. Nahrung, 1: 3—11, 1956-57.
- Walter, H.: Wie kann man den Klimatypus anschaulich darstellen? Die Umschau in Wissensch. u. Technik, 24: 751—753, 1957.
- Walter, H.: Die Klima-Diagramme der Waldsteppen- und Steppengebiete in Osteuropa, Lentenschach-Festschrift, Stuttgarter Geograph. Studien, 69: 253—262, 1957.
- Walter, H.: Standortslehre, Einführung in die Phytologie III-1, 1951.

ZUSAMMENFASSUNG

BEITRAG ZUR KLIMAKENNTNISS DES JUGOSLAWISCHEN KÜSTENLANDES
MIT BENÜTZUNG DER WALTER'SCHEN KLIMA - DIAGRAMME

von S. Golubić

Im ersten Teil der Arbeit wird die Walter'sche Darstellungsmethode der Klimaverhältnisse mit Benützung der Klima-Diagramme diskutiert. Als Beispiele werden die Klima-Diagramme von Zagreb, Beograd und Skopje beigelegt.

Der zweite Teil enthält die Klima-Diagramme des Jugoslawischen Küstenlandes.

Ein starker Einfluss der Orographie ist für die Klimaverhältnisse des Küstenlandes Jugoslawiens charakteristisch, wobei die unmittelbare Lage der hohen Gebirge dicht am Meere die grösste Rolle spielt. Grosse Mengen warmer und feuchter Luft, welche vom offenen Meere her strömen, werden die Bergabhänge hinaufgetrieben, abgekühlt, und kondensiert, so dass die dortige Lokalitäten die grössten Niederschlagsmengen empfangen. Deshalb hat sich als zweckmässig erwiesen Walters Klima-Diagramme auf orographische Profile zu applizieren.

Bei den Diagrammen der nördlichen Adria kann man den Einfluss der Frühjahrszyklone von der 5b Richtung, welche sich durch ein sekundäres Niederschlagsmaximum ersichtlich macht, gut verfolgen.

Die Stationen mit stark ausgeprägten Bora zeigen ein sekundäres Niederschlagsminimum im Februar. Im Senj werden im Februar die Temperaturen durch Bora derartig erniedrigt, dass sich das auch an der Mitteltemperaturve im Diagramm (10) mit einem schärferen Winkel bemerkbar macht.

An dem Livno — Palagruža profil (13—17) kann man mehrere Veränderungen folgen: Die jährlichen Mitteltemperaturamplituden werden dem Meere zu vermindert; der Mitteltemperaturgefälle von Juni bis Juli wird am Meere, als Zeichen einer Verspätung der Sommermaximaltemperaturen, milder. Die Jahresverteilung der Niederschläge bleibt längs dem ganzen Profil die gleiche, nur wird die Niederschlagsmenge vom Land zum Meer proportional vermindert. Neben den fast überall gleichen Höchsttemperaturen werden durch so eine Niederschlagsverminderung Sommerdürren hervorgerrufen. Wie es aus den Diagrammen ersichtlich ist wird die Sommerdürre dem Meere zu in ihrer Intensität, wie auch in ihrer Zeitdauer verstärkt.

In den südlichsten Teil des Küstenlandes wird nur ein winterlicher Niederschlagsmaximum, einen tiefen, mit der Dürre verbundenen Sommerminimum gegenüber, ausgeprägt. Die Sommerdürre ist trotz sehr grossen jährlichen Niederschlagsmengen (Cetinje, 3500 mm) überall vorhanden. Nur in extremen Fällen reichen die sommerlichen Niederschlagsminima nicht unter die Temperaturkurve, wie es bei Crkvice (21), dem regenreichsten Ort Europas (durchschnittlich 5000 mm jährlich) ersichtlich ist. Der Einfluss der küstennahen Gebirgsmassen an die Ansammlung so grosse Regenmengen, kann man am besten an den Profilen Crkvice — Hercegnovi (21—22) und Cetinje — Budva (23—24) folgen.

Alle Diagramme wurden aus dem Gebiet des hochentwickelten Karstes entnommen, was bei der Beurteilung in Betracht gezogen werden muss.

(Übersetzt vom Verfasser)