

Osnovne karakteristike naoblake i insolacije na području SR Hrvatske

Main Features of Cloudiness and Insolation in the Area of Croatia

D. POJE, Z. ŽIBRAT i M. GAJIĆ-ČAPKA

Sažetak: U ovom radu prikazani su neki rezultati istraživanja o režimu naoblake i insolacije na području SR Hrvatske dobiveni na temelju analize podataka naoblake 131 meteorološke stanice, odnosno podataka o insolaciji za 37 meteoroloških stanica iz razdoblja 1961—1980. Uz uobičajene karakteristike naoblake (prostorne raspodjele naoblake, srednje količine naoblake, srednjig broja oblačnih i vedrih dana) prikazana je po prvi put i statistika dekadnih vrijednosti naoblake, te uzastopno oblačnih i vedrih dana za veliki broj stanica iz kontinentalnog i primorskog dijela Hrvatske.

Ispitana je ovisnost insolacije o naoblaci na ukupno 37 stanica. Utvrđena je dovoljno jaka veza tih meteoroloških elemenata kod većine stanica i gotovo tokom cijele godine, pa su na temelju tih rezultata modificirane karte insolacije dobivene u prvom dijelu istraživanja, i to na onim dijelovima gdje još ne postoje mjerenja insolacije. U radu su prikazane karte za kolovoz, prosinac i godinu.

Ključne riječi: naoblaka, insolacija, Hrvatska.

Abstract: This work presents some results of investigations on the regime of cloudiness and insolation in the area of Croatia, based on an analysis of cloudiness observations at 131 and insolation of 37 meteorological stations, for the period 1961—1980. Aside from usual cloudiness characteristics, decades values for cloudiness and consecutive cloudy and clear days are also outlined. On the basis of a sufficiently strong relationship between insolation and cloudiness, new monthly and annual charts of insolation for the whole area of Croatia have been worked out. In this work the charts for August, December and the year are presented.

Key words: cloudiness, insolation, Croatia.

1. UVOD

Naoblaka i insolacija predstavljaju značajne elemente klime, pa su već pred nekoliko godina započeta sustavna istraživanja tih elemenata za područje SR Hrvatske.

Pod pojmom »insolacija« ovdje se govori o trajanju insolacije, odnosno sijanja sunca. Iako su određena istraživanja tih elemenata provedena već i ranije, smatralo se da je nužno ove karakteristike klime obraditi sustavnije na temelju svih raspoloživih podataka.

Brojni instituti i zavodi iz naše republike dogovorili su se, 1978. godine, o programu istraživanja Sunčeve energije na području SRH, kao dijelu skup-

nog programa aktivnosti na području istraživanja energetske sirovine u razdoblju 1976-1985.

Određen je vrlo detaljni program meteoroloških istraživanja, koji je obuhvaćao analize postojećih nizova mjerenja i opažanja meteoroloških stanica, kompletiranje i proširenje mreže stanica za mjerenje Sunčevog zračenja.

Program istraživanja »Meteorološke podloge za korištenje solarne energije u SRH«, koji je vrlo široko koncipiran, obuhvatio je razdoblje 1981-1985, i obrađuje uz naoblaku i trajanje sijanja sunca, globalno zračenje, upadno sunčevo zračenje, potencijalne vrijednosti Sunčeva zračenja, temperaturni i vjetrovni režim. Istraživanje koje je još uvijek u toku, predstavlja dio projekta br. 8 »Iskorišta-

vanje energije Sunca», koje sufinancira, uz SIZ-I, i »Elektroprivreda Dalmacija« iz Splita, koja je pokazala veliki interes za realizaciju ovog projekta.

Ovaj rad predstavlja dio rezultata dosadašnjih istraživanja, koji se odnosi na naoblaku i insolaciju, i vjerujemo da je od šireg interesa za sve one koji hoće rezultate iskoristiti za ocjenu postojećih mogućnosti primjene solarne energije u našoj republici.

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA O NAOBLACI I INSOLACIJI NA PODRUČJU SRH

Već krajem prošlog i početkom ovog stoljeća izvedene su prve veće analize klime pojedinih geografskih područja i mjesta u Hrvatskoj. Neke od njih su obuhvaćale i naoblaku i to ili zasebno, ili u sklopu sa ostalim klimatskim elementima, a posebno je ispitivan odnos naoblake i insolacije.

U ovom radu navedeni su dosadašnji istraživači na ovom području bez detaljnijeg osvrtu na njihove radove.

Prvi rad kod nas, u kojem se obrađuje samo naoblaka, datira još iz 1888. godine, a napisao ga je Artur Franović-Gavazzi pod naslovom »Isonefe hrvatskih krajeva«. U njemu su obrađeni podaci naoblake sa svih do tada raspoloživih meteoroloških stanica tadašnjeg područja Hrvatske.

Najstariji veći prikaz klime Balkanskog poluotoka od Hanna (1897) nalazimo u »Handbuch der Klimatologie«, koji sadrži i kartu godišnjih izonefa za to područje. U dopunjenom izdanju tog djela (1911) Hann navodi i srednje vrijednosti naoblake za zimu, ljeto i godinu za Goricu, Trst, Rijeku, Opatiju, Pulu, M. Lošinj, Hvar i Cetinje.

Kod nas prvi veći prikaz naoblake u Hrvatskoj potječe od J. Goldberga (1931) koji je analizirao 65-godišnji niz naoblake (1862-1926) u Zagrebu, a isti autor je (1933) analizirao i podatke insolacije u Zagrebu na osnovi 36-godišnjih registracija (1889-1926).

Prvu detaljniju analizu podataka naoblake i insolacije u okviru monografije »Klima Hrvatske« napisao je J. Goldberg (1942). U tom radu navedeni su mjesečni i godišnji srednjaci naoblake za 20 stanica u Hrvatskoj, za niz od 25 godina, kao i istovjetni podaci insolacije za 10 stanica na osnovi podataka koji su postojali do 1940. godine.

E.R. Biel (1944) prikazao je godišnji hod naoblake i insolacije za Pulu, Split-Marjan i M. Lošinj, a naoblake za Hvar i Palagružu i to iz podataka od 1925-1940. godine. Na iste podatke poziva se i D. Furlan (1977) u prikazu klime područja jugoistočne Evrope uz dopunu podataka insolacije do 1970. g. za Mali Lošinj.

Na osnovi podataka naoblake i insolacije iz perioda od 1926-1935. godine P. Vujević (1953) prikazao je godišnji hod istih elemenata za 7 stanica iz Hrvatske.

I. Delijanić dao je u prikazu insolacije na području Jugoslavije (1959) i podatke za Rijeku, Split, Hvar, Dubrovnik i Zagreb od početka mjerenja na tim stanicama do 1958. godine.

U »Atlasu klime Jugoslavije« su prema podacima naoblake svih raspoloživih stanica Hrvatske za period 1946-1970. godine izrađene karte srednje dnevne naoblake za kolovoz, prosinac i za godinu, kao i karte srednjeg godišnjeg broja vedrih i oblačnih dana. Za insolaciju su korišteni podaci iz perioda 1951-1970. godine, na osnovu kojih su izrađene karte srednjeg relativnog trajanja sijanja sunca za godinu, vegetacioni period, te mjesec kolovoz i prosinac.

U publikaciji »Klimatski podaci SR Hrvatske« (1971), a na osnovu podataka naoblake iz perioda od 1948-1960. za 79 stanica, izračunat je godišnji hod srednje dnevne naoblake kao i srednji broj oblačnih i vedrih dana. U toj publikaciji izračunat je i godišnji hod srednje dnevne količine globalne radijacije na temelju srednje dnevne naoblake. »Atlas klime SR Hrvatske« (1977) sadrži i kartu srednjeg godišnjeg broja vedrih dana, te godišnji hod srednje dnevne naoblake na 17 stanica za period od 1951-1970. godine. Za isto razdoblje u tom djelu je na temelju istog broja stanica prikazan i godišnji hod insolacije te karta srednje godišnje insolacije.

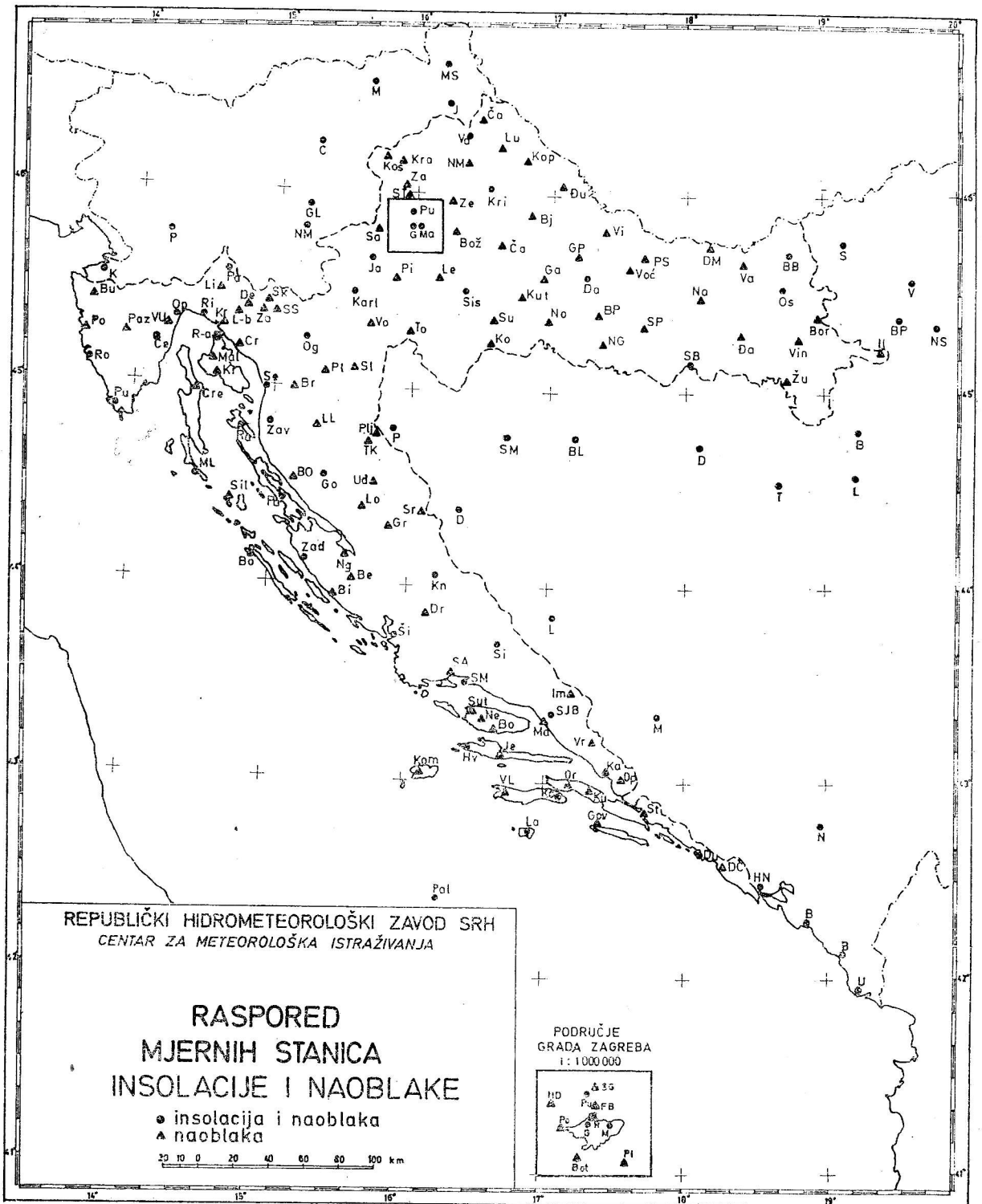
Jedini noviji veći rad, koji obrađuje samo insolaciju u Hrvatskoj napisao je J. Vukov (1971/72), a koristio se podacima iz perioda 1958-1969. godine za 14 stanica. Mnogi elementi klime, među njima i naoblaka i insolacija, prikazani su u raznim većim ili manjim klimatskim prikazima geografskih područja i gradova.

Ovdje navodimo radove Č. Duplančića (1958), B. Kirigina (1963, 1967), I. Penzara (1960, 1962, 1977, 1979), B. Penzar (1976, 1980), B. Maksića i suradnika (1962), A. Slepčević (1960), V. Stipančića (1960), B. Makjanića (1966), B. Volarić (1979), D. Poje (1980), M. Tešića i K. Brozinčevića (1970) te B. Volarić i B. Makjanića (1981).

U ovom radu provedena je do sada najopširnija analiza podataka naoblake i insolacije za cijelo područje Hrvatske i po broju promatranih meteoroloških stanica (131) i po vremenskom nizu od 20 godina (1961-1980), kao i po načinu i vrstama obrade navedenih podataka.

Karakteristike režima naoblake i insolacije u Hrvatskoj ispitane su u ovom radu na osnovi analize slijedećih parametara:

- prosječne količine naoblake,
- srednjeg broja oblačnih i vedrih dana,
- najdužih nizova uzastopno oblačnih i vedrih dana,
- vjerojatnosti pojave oblačnih i vedrih dana po dekadama,
- ovisnosti insolacije o naoblaci i modifikiranoj prostornoj raspodjeli trajanja insolacije.



Sl. 3/1 Raspored mjernih stanica insolacije i naoblake području SR Hrvatske (označen početnim slovima imena stanica)

Fig. 3/1 Locations of measuring stations of insulations and cloudiness (name of places are indicated by first letter(s) in the area of Croatia)

3. PODACI

Srednja naoblaka određivana je iz vizuelnih motrenja naoblake u tri klimatološka termina 07, 14 i 21 sat. Količina naoblake odnosi se na veličinu oblačnog pokrivača u odnosu na cijelo nebo. Izražena je u desetinama pokrivenosti neba oblaci-ma. Podaci su uzeti sa 131 stanice s područja Hrvatske.

Podaci insolacije dobiveni su prema instrumentalnim mjerenjima heliografom na 37 stanica u Hrvatskoj. Izraženi su ukupnim brojem sati tokom kojih je sijalo sunce na nekoj stanici.

Raspored navedenih meteoroloških stanica na području Hrvatske prikazan je na sl. 3.1. i označen početnim slovima imena stanica.

Za stanice s dovoljno dugim nizom podataka ispitana je relativna homogenost niza pomoću Helmerovog kriterija, a za one s prekidima u radu provedena je interpolacija nedostajućih podataka pomoću susjednih stanica s relativno homogenim nizom podataka. Valja napomenuti da je pri tome uvažavana specifičnost podataka naoblake i insolacije, koja se odnosi na njihovu veliku prostornu promjenljivost zbog jake ovisnosti o položaju stanice, reljefu tla, nadmorskoj visini i drugim specifičnim karakteristikama pojedine lokacije ili šire regije.

4. SREDNJA KOLIČINA NAOBLAKE

Karakteristike naoblake usko su vezane s geografskim smještajem Hrvatske od južnih predjela Panonske nizine, preko spleta Dinarskih planina, do istočne obale Jadrana. Prosječna godišnja količina naoblake Hrvatske (sl. 4/1) kreće se uglavnom između 4 i 7 desetina. Razlika naoblake od 3 desetine u godišnjem srednjaku govori o velikoj raznolikosti u prosječnoj oblačnosti naših krajeva. Godišnjom izonefom 5 desetina može se Hrvatska podijeliti na dva dijela i to:

— oblačniji dio s godišnjom naoblakom preko 5 desetina, tj. nebom u prosjeku više nego poluoblačnim,

— vedriji dio s godišnjom naoblakom manjom od 5 desetina, tj. s nebom prosječno manje od pola zastrtim oblacima (sl. 4/1).

Vedriji dio obuhvaća zapadno priobalje Istre, vanjske otoke Kvarnerskog zaljeva, zatim se južno od planinskog masiva Velebita izonefa 5 uvlači u kopno odvajajući kao vedrije Ravne kotare, zaleđe Šibenika sve do Knina i dalje Sinjsko i Imotsko polje.

Količina naoblake naglo raste od obalnog područja Hrvatskog primorja prema središnjem planinskom području Like i Gorskog kotara, gdje je na području Velike Kapele u prosjeku najveća godišnja naoblaka u Hrvatskoj (>6.5). To je prvenstveno rezultat prodora zračnih masa sa Sredozemlja. Naime, zračne mase bogate vlagom prisilno se uzdižu uz južne obronke planina, ohlađuju sve do nivoa kondenzacije, zbog čega se povećava

količina naoblake. Osim toga, u godišnjem prosjeku naoblake sadržan je i doprinos ljetnog učinka planina. Sastoji se u tome da planine pomažu termičku konvekciju koja je posljedica grijanja tla i donjih slojeva zraka, osobito u neporemećenim vremenskim situacijama, te dizanja lakšeg, toplijeg zraka, hlađenja i opet kondenzacije vodene pare.

Široko prijelazno područje prema Slavoniji ima prosječnu godišnju naoblaku 6 do 6.5 desetina. Izdvaja se Samoborsko gorje i brežuljkasti predjeli zapadno od Krapine i Sutle, te vršno područje Medvednice kao vedrije (<6.0). Naime, u hladnom dijelu godine stvaraju se u nizinama magle koje ulaze u ukupnu količinu naoblake. Zbog toga može naoblaka u planinama biti manja nego u nizinama istog kraja. Slavonija, s izuzetkom Posavine, ima prosječnu godišnju naoblaku manju od 6 desetina (Psunj i Papuk <5.5). Dolinom Dunava naoblaka je opet nešto povećana budući da su u dolinama rijeka često magle i niski stratiformni oblaci, posebno u jesen i zimi. Glavne odlike prostorne raspodjele srednjih vrijednosti naoblake zadržavaju se tokom cijele godine.

Numeričke vrijednosti mijenjaju se od mjeseca do mjeseca. Tako u godišnjem hodu mjesta uz obalu i na otocima imaju najveću naoblaku u studenom (5.3 Mljet, 6.8 Rijeka), dok se u kontinentalnom gorskom i nizinskom području Hrvatske maksimum nalazi u prosincu (8.2 Brinje, 8.3 Ši. Brod) (sl. 4/2). Ovo je posljedica velikog broja ciklonskih tipova vremena u ta dva mjeseca na obali, a čestih nizinskih magli i niske naoblake u unutrašnjosti.

Minimum u godišnjem hodu naoblake javlja se ljeti i to uglavnom u srpnju i kolovozu (1.9 Komiza, 4.2 Rijeka, 5.6 Brinje, 3.9 Osijek) (sl. 4/3). U tom razdoblju naši su krajevi često pod utjecajem azorske anticiklone u kojoj je zbog subsidencije onemogućen jači i prostraniji razvoj naoblake.

Razlika između naoblake najoblačnijeg i najvedrijeg mjeseca daje godišnju amplitudu naoblake. One se gotovo na svim stanicama kreću između 2.5 i 3.7 desetina. Najmanje amplitude (<2.5) imaju planinske stanice s čijim je položajem povezano povećanje ljetne i smanjenje zimske naoblake (Sljeme amplituda 2.2, Brezovo polje 2.2, Parg 2.3).

5. SREDNJI BROJ OBLAČNIH DANA

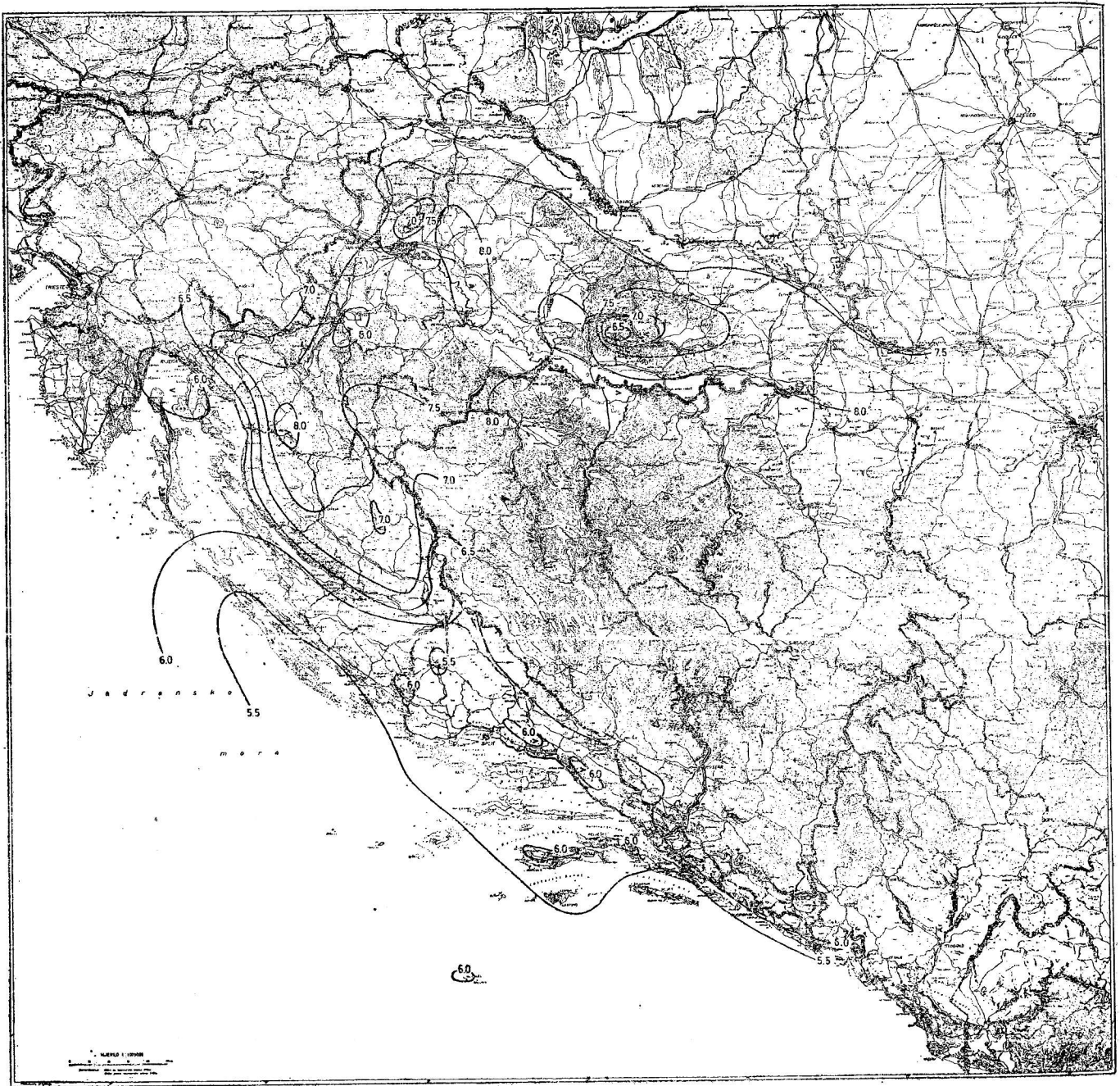
Prostorna raspodjela srednjeg broja oblačnih dana (srednja dnevna naoblaka veća od 8 desetina) nad Hrvatskom pokazuje slične odlike kao i raspodjela prosječne naoblake. Glavne sezonske karakteristike pojavljivanja povećane, odnosno smanjene naoblake vezane su uz orografiju sjeverne Hrvatske.

U godišnjem prosjeku broj oblačnih dana mijenja se od minimalnih 60 na srednjem Jadranu do maksimalno nešto preko 160 dana u Gorskom ko-



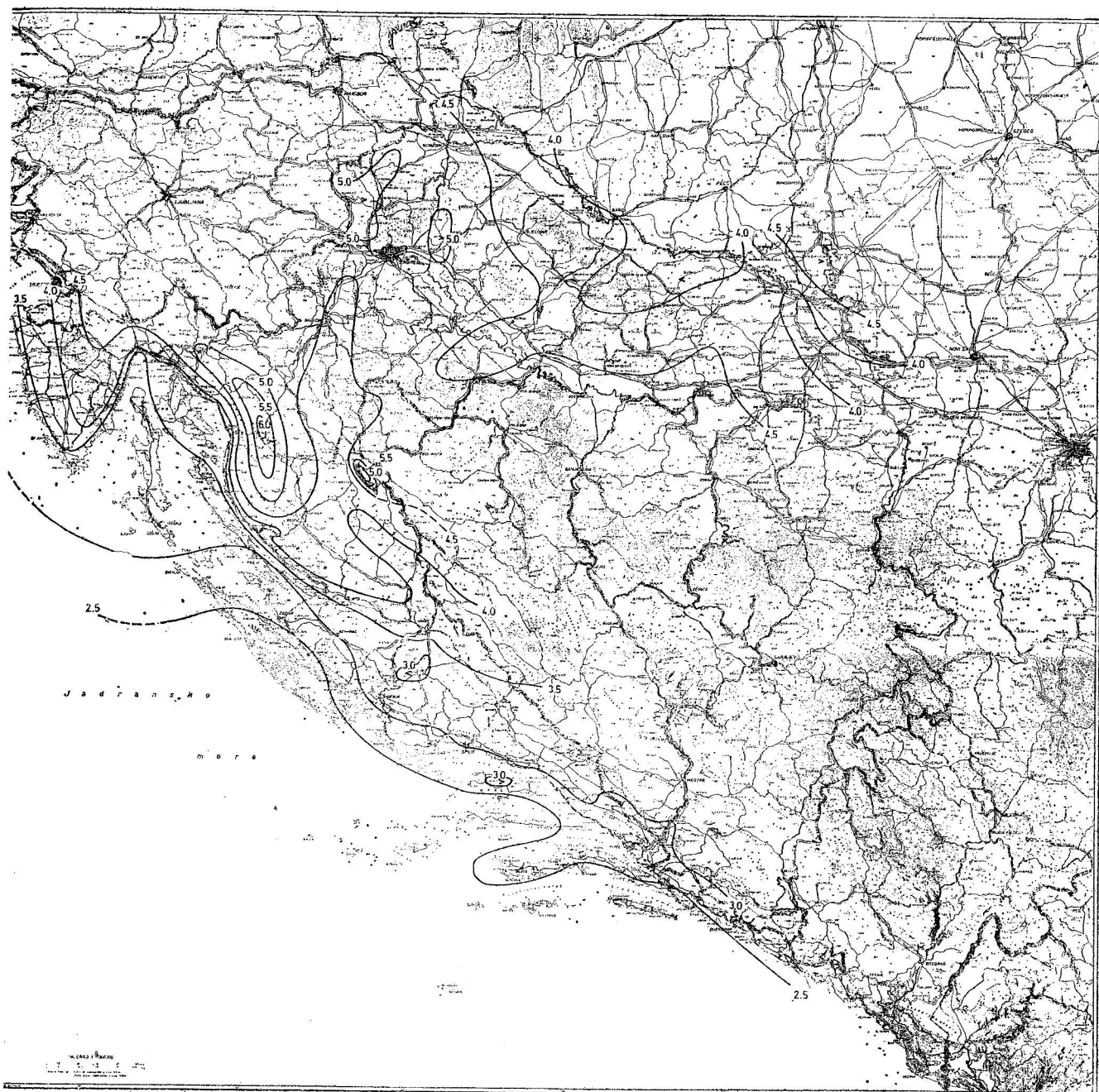
Sl. 4/1 Godišnji srednjak dnevne naoblake ($0 \leq N \leq 10$). Period 1961—1980.

Fig. 4/1 Average annual value of daily cloudiness ($0 \leq N \leq 10$). Period 1961—1980.



Sl. 4/2 Srednja dnevna naoblaka ($0 \leq N \leq 10$). Prosinac. Period 1961—1980.

Fig. 4/2 Average daily cloudiness ($0 \leq N \leq 10$). December. Period 1961—1980.



Sl. 4/3 Srednja dnevna naoblaka ($0 \leq N \leq 10$). Kolovoz Period 1961—1980.

Fig. 4/3 Average daily cloudiness ($0 \leq N \leq 10$). August. Period 1961—1980.

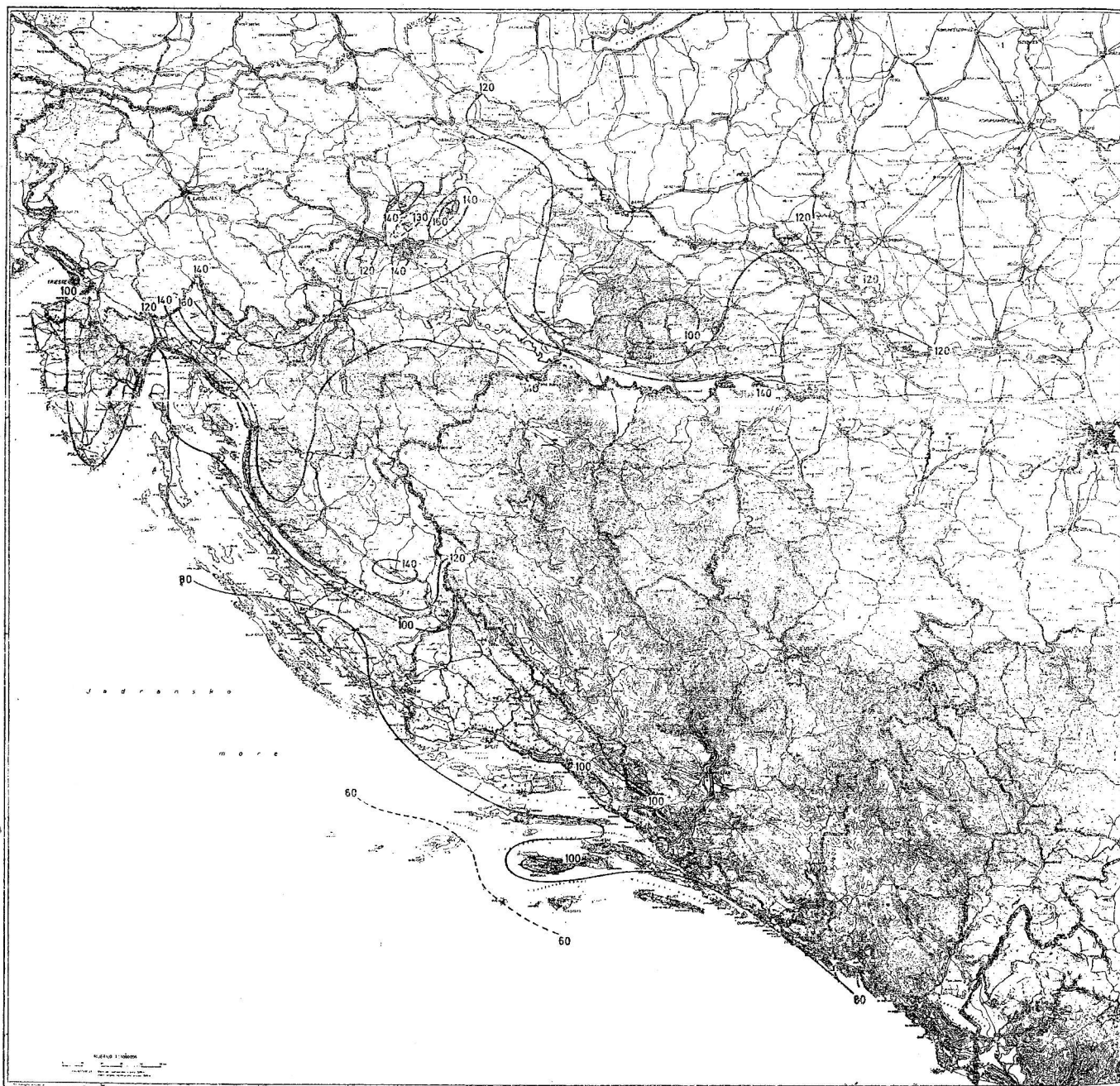
taru i ograničenom području istočno od Medvednice. Specifičnosti nekih lokaliteta vidljivi su na sl. 5/1,

U godišnjem hodu najveći broj oblačnih dana u cijeloj Hrvatskoj javlja se od studenog do siječnja. Na sjevernom Jadranu maksimum oblačnih dana javlja se uglavnom u siječnju, a na srednjem i južnom Jadranu u prosincu (12-14 dana). Idući od mora prema sjeverozapadnim krajevima Hrvatske najviše oblačnih dana imaju prosinac i siječanj (18-19 dana), dok se prema sjeveroistoku maksimalni

broj oblačnih dana premješta isključivo u prosinac.

Prostorna raspodjela broja oblačnih dana ljeti pokazuje da je u sjevernom, nizinskom području Hrvatske veći broj tih dana u dolinama Save i Drave te nad gorjem sjeverozapadne Hrvatske i Slavonije u odnosu na nizinsku okolicu.

Najmanji broj oblačnih dana javlja se u prosjeku na priobalnom području, a opada od sjevernog prema južnom Jadranu s minimumom na vanjskim otocima (sl. 5/3).



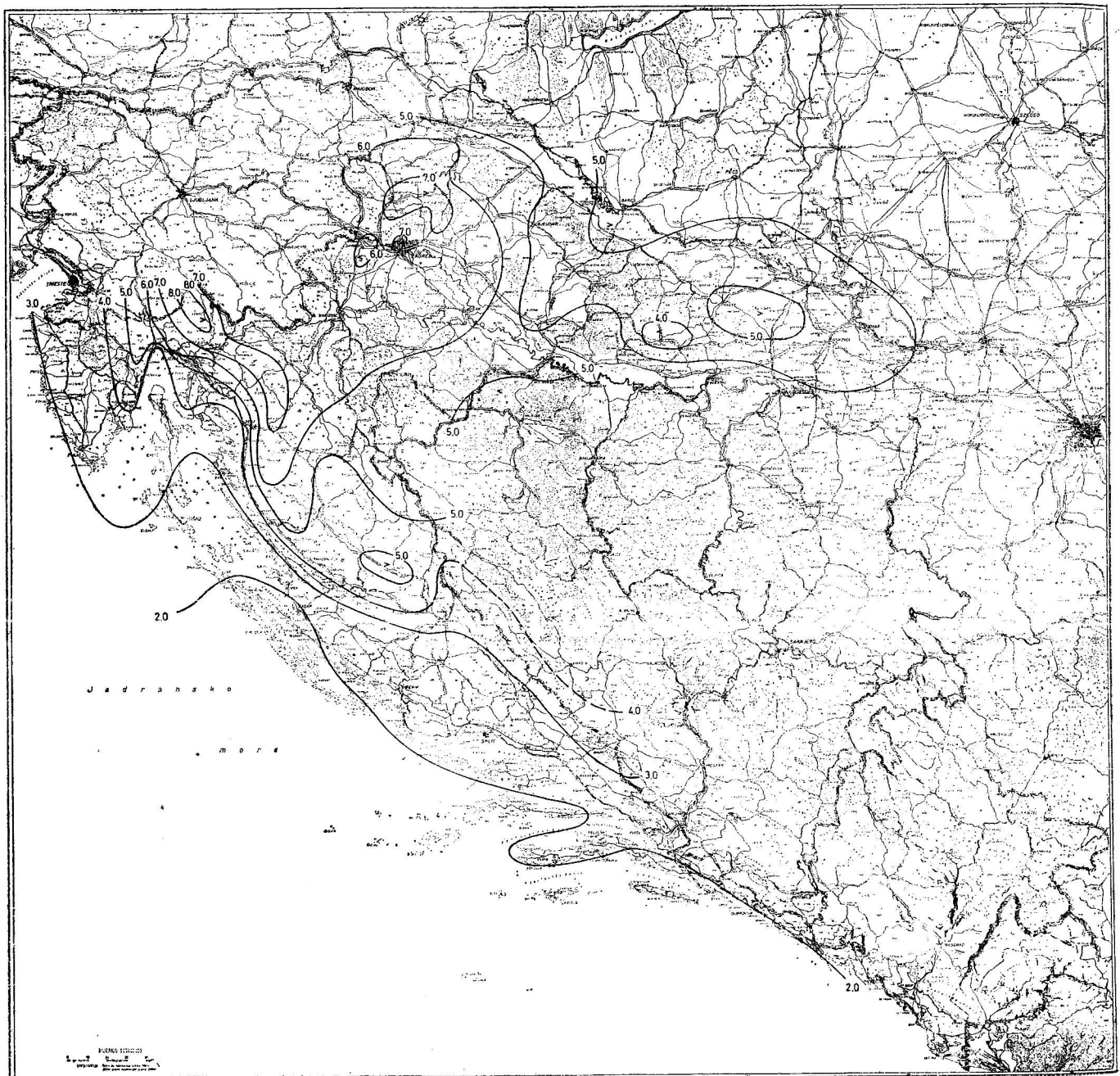
Sl. 5/1 Srednji godišnji broj oblačnih dana ($N > 8$). Period 1961—1980.

Fig. 5/1 Average annual number of cloudy days ($N > 8$). Period 1961—1980.



Sl. 5/2 Srednji broj oblačnih dana ($N > 8$). Prosinac. Period 1961—1980.

Fig. 5/2 Average number of cloudy days ($N > 8$). December. Period 1961—1980.



Sl. 5/3 Srednji broj oblačnih dana ($N > 8$). Kolovoz. Period 1961—1980.

Fig. 5/3 Average number of cloudy days ($N > 8$). August. Period 1961—1980.

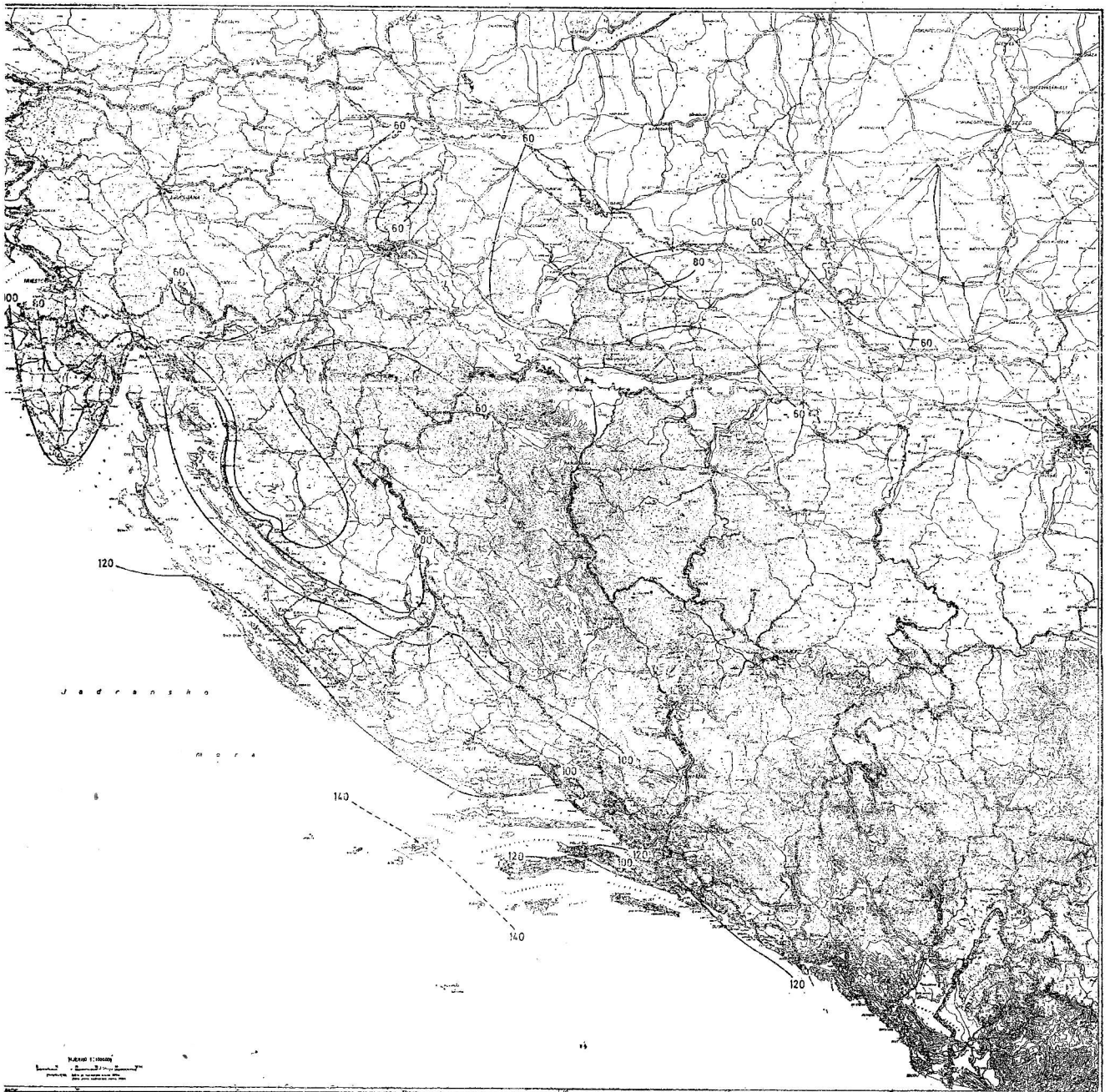
6. SREDNJI BROJ VEDRIH DANA

U godišnjem prosjeku ukupni broj vedrih dana (srednja dnevna naoblaka manja od 2 desetine) kreće se između 140 na rubnim otocima Srednjeg Jadrana do manje od 50 na području Like. Smanjenje broja vedrih dana od Jadranskog pojasa prema unutrašnjosti Republike osobito je značajno na planinskim lancima Velebita, no valja ukazati na povećani broj vedrih dana na području Medvednice i Podravske Slatine (sl. 6/1).

U godišnjem hodu u cijeloj Hrvatskoj najveći broj vedrih dana javlja se u srpnju ili kolovozu

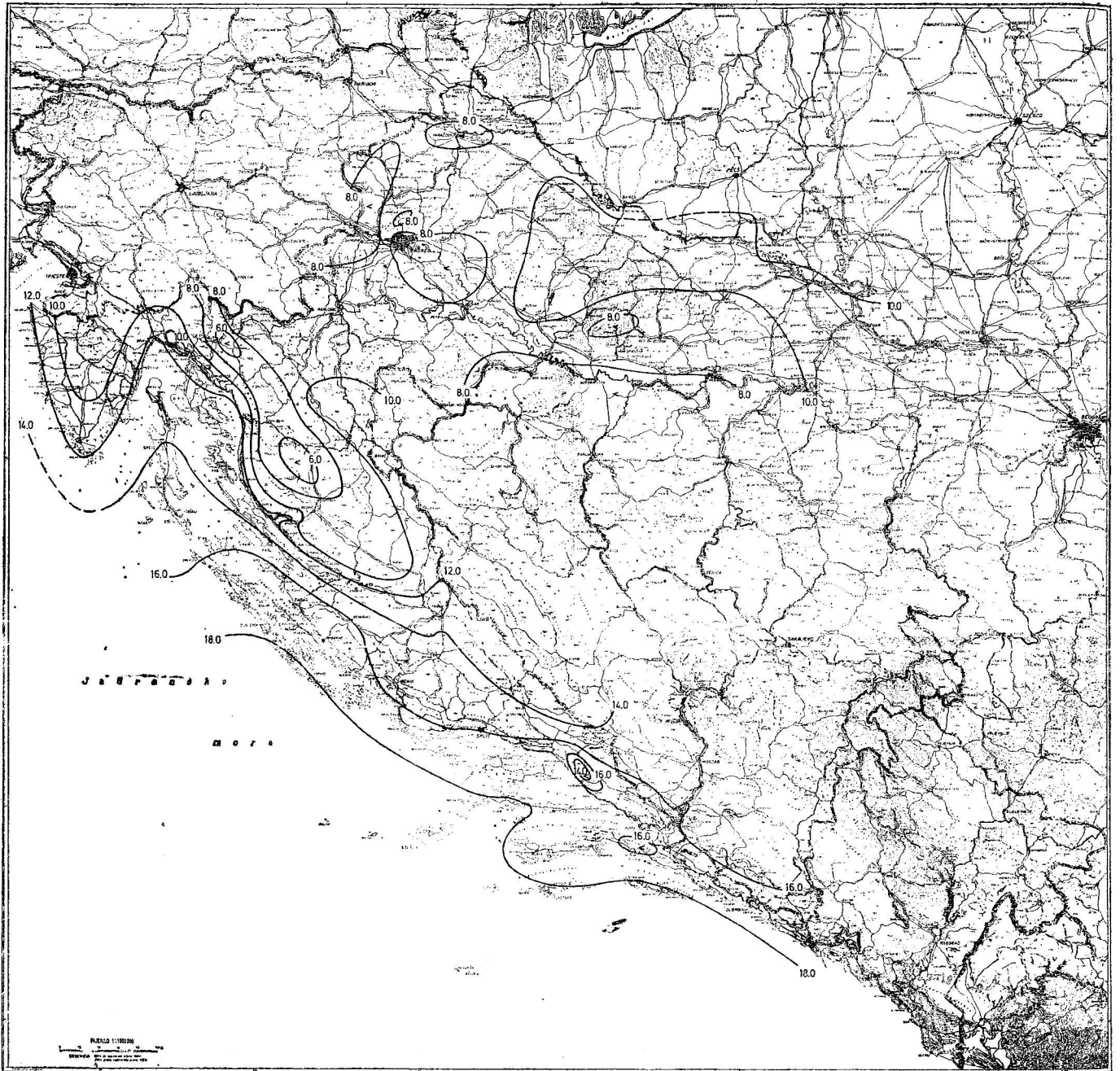
(sl. 6/3), i to 10-20 dana na primorskoj strani, a 6-13 dana u unutrašnjosti. Najmanji broj vedrih dana pojavljuje se u hladnom dijelu godine, na priobalju pretežno u studenom i travnju, u središnjoj Hrvatskoj od studenog do veljače, a na području sjeverno od Save uglavnom u studenom i prosincu (sl. 6/2).

Tokom cijele godine najveći broj vedrih dana javlja se u Istri, duž Jadranske obale, na otocima i u zaleđu srednje i južne Dalmacije. Istovremeno, unutrašnjost ima 3-6 vedrih dana manje na mjesec od Hrvatskog primorja. Ta razlika gubi se u lipnju i travnju.



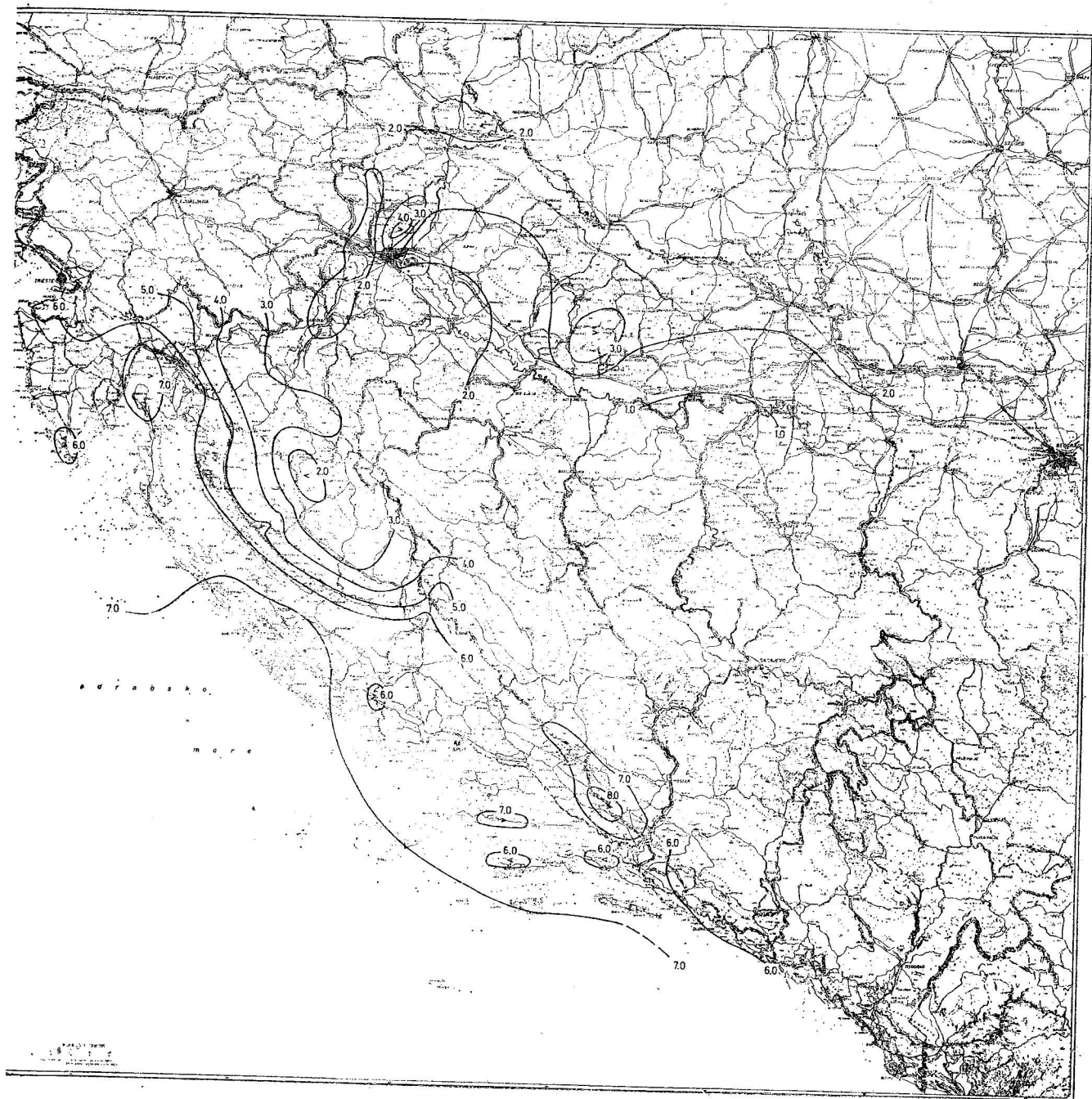
Sl. 6/1 Srednji godišnji broj vedrih dana ($N < 2$). Period 1961—1980.

Fig. 6/1 Average annual number of clear days ($N < 2$). Period 1961—1980.



Sl. 6/2 Srednji broj vedrih dana ($N < 2$) Kolovoz. Period 1961—1980.

Fig. 6/2 Average number of clear days ($N < 2$). August. Period 1961—1980.



Sl. 6/3 Srednji broj vedrih dana ($N < 2$). Prosinac. Period 1961—1980.

Fig. 6/3 Average number of clear days ($N < 2$). December. Period 1961—1980.

7. NAJDUŽI NIZOVI UZASTOPNO OBLAČNIH I VEDRIH DANA

U ovoj analizi podataka oblačnih i vedrih dana uzimani su u obzir samo slučajevi s najduljim nizom uzastopno oblačnih i vedrih dana po mjesecima u promatranom razdoblju 1961-1980. Opći pregled godišnjeg hoda takvih dana za izabrane stanice kontinentalnog i primorskog dijela SR Hrvatske može se dobiti uvidom na sl. 7/1 a i b.

U toku godine najduži nizovi uzastopno oblačnih dana javljaju se od studenog do siječnja. U priobalnom području pojavljuju se pretežno u siječnju, a u unutrašnjosti pretežno u prosincu.

Prosječno najkraće trajanje uzastopno oblačnih dana tokom cijele godine je na Jadranu. Najveće razlike između priobalja i unutrašnjosti postoje u hladnom dijelu godine. Posebno veliki kontrasti su između Hrvatskog primorja i gorovitog zaleđa Gorskog kotara i Like (sl. 7/2).

Prosječno najdulje uzastopno trajanje vedrih dana javlja se u Hrvatskoj od srpnja do rujna. Na Jadranu je to pretežno u kolovozu. U središnjoj i sjeverozapadnoj Hrvatskoj maksimum u godišnjem hodu najdužih nizova uzastopno vedrih dana javlja se u srpnju i kolovozu, a rjeđe u rujnu, dok se u Slavoniji javlja uglavnom u kolovozu (sl. 7/3).

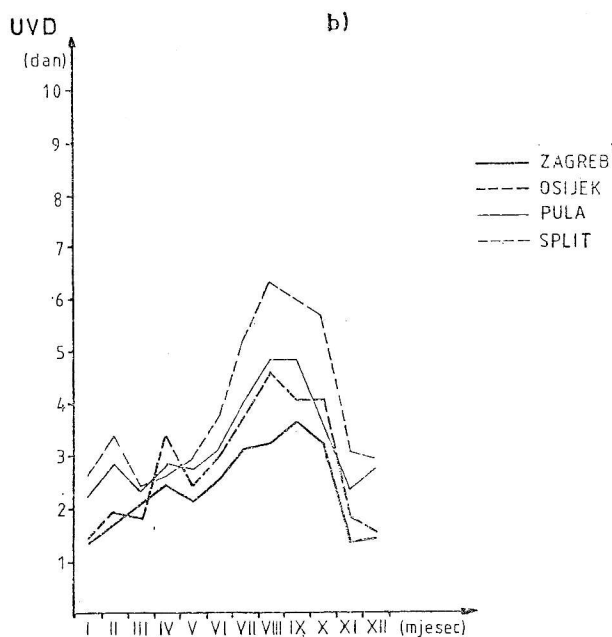
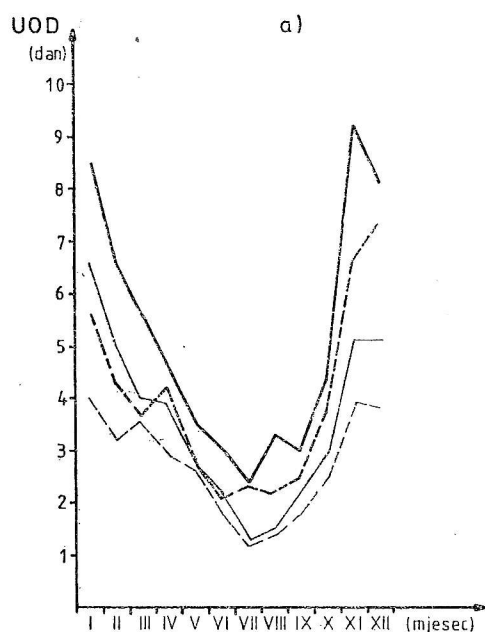
Najkraća razdoblja uzastopno vedrih dana vrlo su nepravilno raspoređena na mjesece hladnog dijela godine kod stanica duž Jadrana. U gorovitom središnjem dijelu Hrvatske minimum se također nalazi u mjesecima hladnog dijela godine. Na području sjeverno od Save najkraća kontinuirana razdoblja vedrih dana javljaju se od studenog do siječnja u zapadnom dijelu, te uglavnom u prosincu u središnjem i istočnom dijelu.

8. VJEROJATNOST POJAVE OBLAČNIH I VEDRIH DANA PO DEKADAMA

Vjerojatnost pojave oblačnog i vedrog dana po dekadi izračunavana je po izrazu za statističku vjerojatnost, tzv. vjerojatnost a posteriori.

Iz grafičkih prikaza (sl. 8/1) vjerojatnosti javljanja oblačnih dana po dekadama tokom godine uočava se za stanice duž Jadrana kao i u unutrašnjosti da je vjerojatnost najveća zimi.

Duž obale s otocima i u Istri vjerojatnost javljanja oblačnih dana po dekadi ne prelazi 55% i može se očekivati najčešće s vjerojatnošću 30-50%, to znači 3-5 dana po dekadi. Prema ljetu vjerojatnost javljanja oblačnih dana se smanjuje, i na Jadranu iznosi oko 10%. Istovremeno u unutrašnjosti mogu se češće očekivati oblačni dani i to oko 10-20% po dekadi, a početkom ljeta i do 30%. Krivulje hodova vjerojatnosti oblačnih dana po dekadama tokom godine imaju izraženije skokove u nekim razdobljima što ukazuje na postojanje singulariteta u režimu javljanja oblačnih dana tokom godine, odnosno na pojavu redovito gotovo istih meteoroloških prilika, bilo ciklonalnog ili anticiklonalnog karaktera, oko određenog datuma. Tako je za cijelo područje Hrvatske karakteristična treća dekada veljače, kada se javlja izrazito smanjenje oblačnih dana (anticiklonalne situacije). Izraženiji porast javlja se na krivuljama u trećoj dekadi kolovoza kod svih odabranih stanica i to posebno u unutrašnjosti (ciklonalni prodori) — u vezi s evropskim »monsunom«. Vrijedno je napomenuti da se u jesen od prve dekade studenog može očekivati oko 20% više oblačnih dana nego krajem listopada.



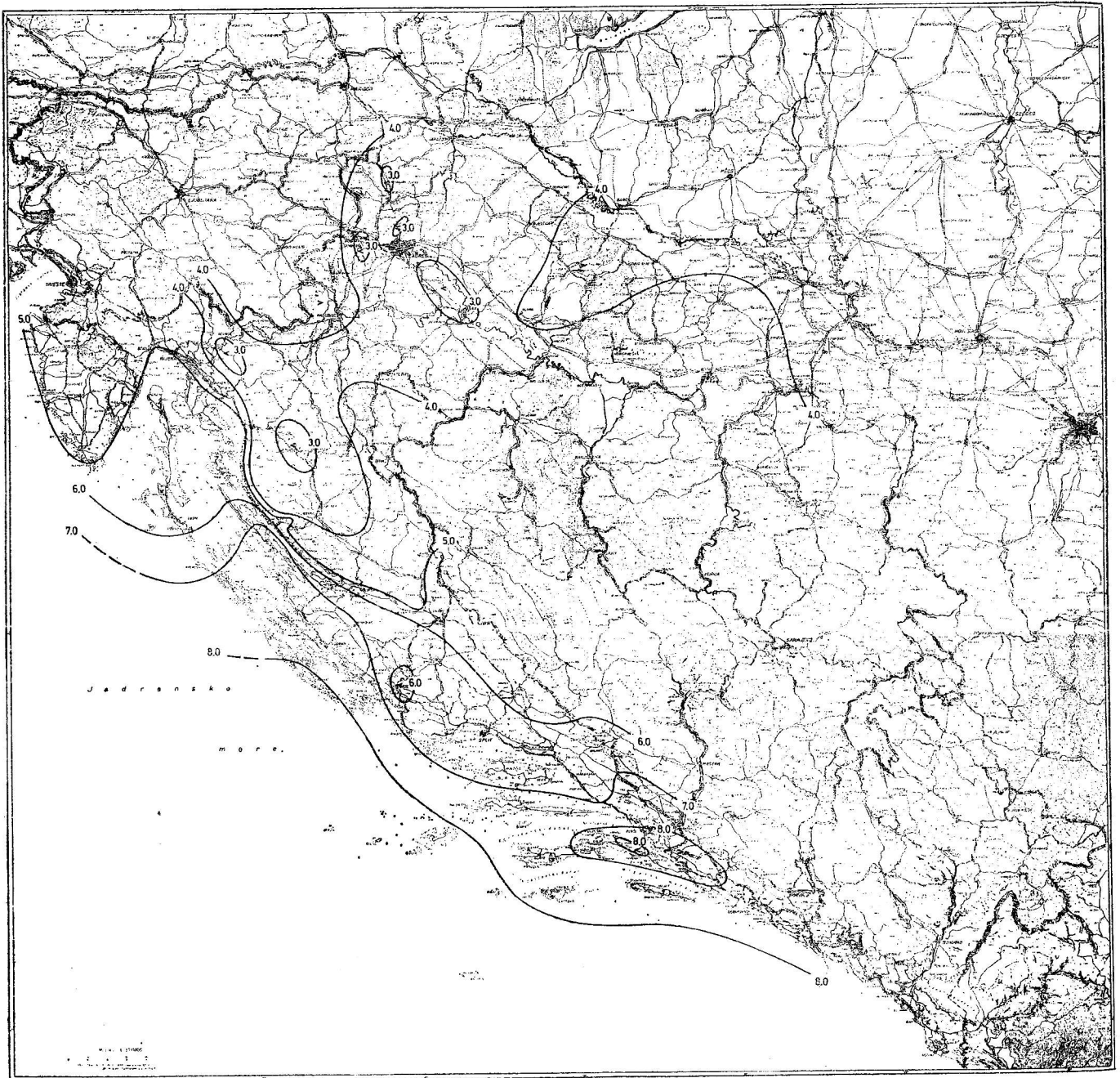
Sl. 7/1. Godišnji hodovi srednjeg broja najvećih nizova uzastopno oblačnih (UOD) i vedrih (UVD) dana za razdoblje 1961—1980. g. za odabrane stanice s područja Hrvatske.

Fig. 7/1. Annual course of average number of longest consecutive cloudy (UOD) and clear (UVD) days (b), for period 1961—1980 for selected stations in Croatia



Sl. 7/2 Prosječni broj najdužih nizova oblačnih dana ($N > 8$). Prosinac. Period 1961—1980.

Fig. 7/2 Average number of longest consecutive cloudy days for December. Period 1961—1980.



Sl. 7/3 Prosječni broj najdužih nizova vedrih dana ($N < 2$). Kolovoz. Period 1961—1980.

Fig. 7/3 Average number of longest consecutive clear days ($N < 2$) for August. Period 1961—1980.

Općenito, može se zaključiti da na priobalju s otocima ne treba očekivati više od 5 oblačnih dana u jednoj dekadi u godini, pa čak niti zimi kada je najoblačnije.

Krivulje vjerojatnosti javljanja vedrih dana tokom godine prema dekadnim podacima (sl. 8/2) pokazuju za cijelo područje Hrvatske zajedničku značajku, a to je da se od studenog do kraja svibnja može očekivati podjednaki broj vedrih dana po dekadi (u prosjeku 0.2-4.6) s blagim porastom prema kraju tog razdoblja. Nakon toga, s početkom lipnja, naglo raste vjerojatnost javljanja vedrih dana po dekadi i to do kraja srpnja kada se može očekivati oko 2 vedra dana u Lici, a preko 7 na Visu. Nakon toga taj broj se polako smanjuje do kraja listopada. U ovom toplom dijelu godine u prosjeku se može očekivati između 30% i 70%, odnosno 3-7 vedrih dana po dekadi na primorju, a između 10% i 40% (1-4 dana) u unutrašnjosti, s time da krajnji istok Slavonije može imati i više vedrih dana (do 5 u dekadi). Dakle, na primorju se može tokom cijele godine, a posebno ljeti, očekivati dosta veći broj vedrih dana po dekadi nego u unutrašnjosti.

9. OVISNOST INSOLACIJE O NAOBLACI

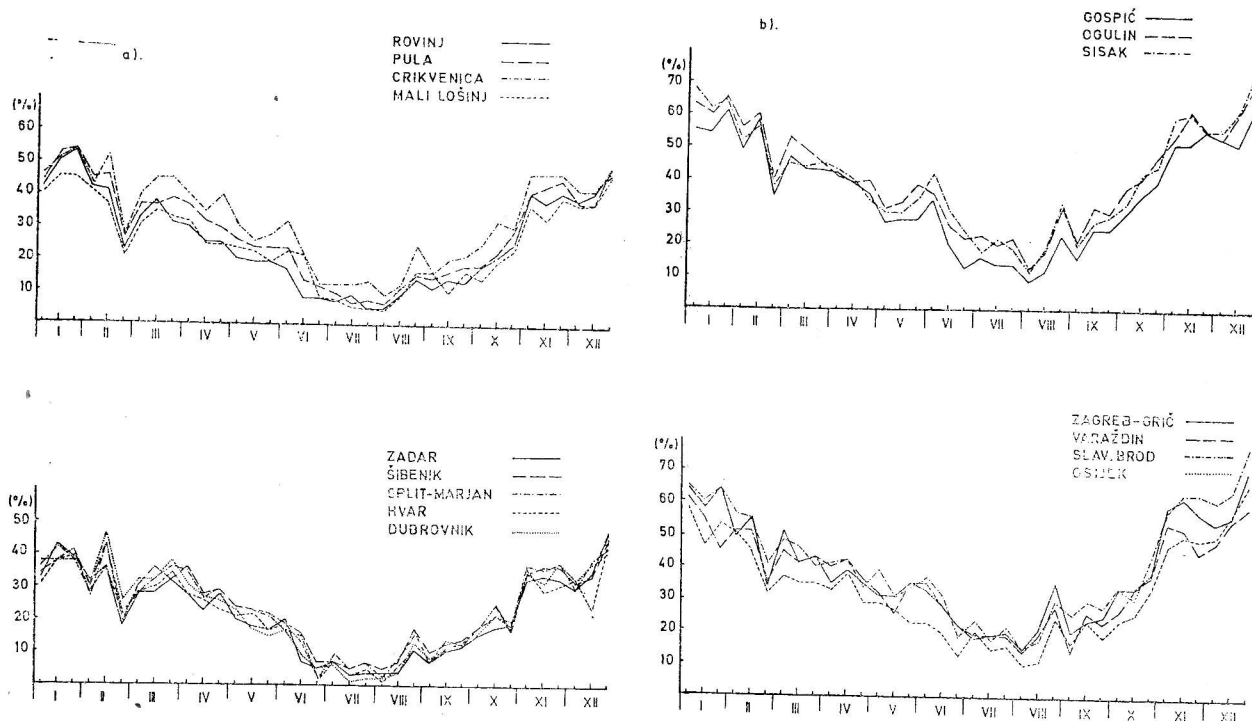
Ne postoji matematički zakon koji bi izražavao međusobnu zavisnost insolacije i naoblake kao dva pripadna meteorološka elementa. No statistička razmatranja, u ovom slučaju metoda linearne korelacije kojom se ovdje služimo, ne daju funkcionalnu zavisnost već samo označuju stupanj stohastičke zavisnosti. Metoda korelacije omogućuje pronalaženje veze ovih elemenata i daje ocjenu čvrstine te veze. Ovisnost insolacije o naoblaci je prikazana poznatom linearnom jednadžbom ovog oblika:

$$i = a + bN \quad (1)$$

gdje je: i — srednja dnevna insolacija po mjesecu; N — srednja dnevna naoblaka po mjesecu.

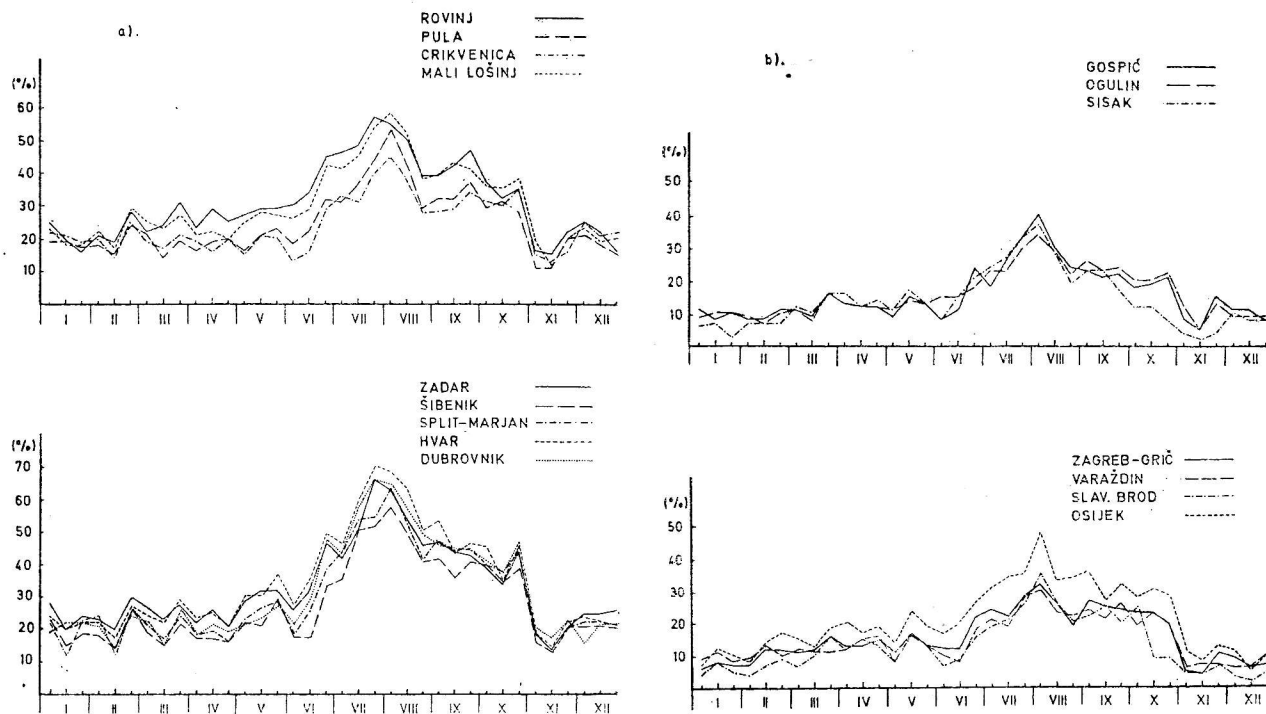
Koeficijenti a i b su konstantne vrijednosti za određeni broj parova od (i, N) , za određeni mjesec, i karakteristični su za svaku pojedinu vezu para (i, N) . Osim same korelacije, potrebno je znati i stupanj nađene ovisnosti koji se izražava koeficijentom korelacije r .

Ako u jednadžbi (1) pretpostavimo da je $N = 0$, tj. da su svi dani u toku mjeseca (od izlaza do zalaza Sunca) bili potpuno vedri, onda koeficijent a predstavlja srednje maksimalno moguće trajanje sijanja sunca, odnosno srednju duljinu dana za promatrani mjesec. Međutim, u stvarnosti je praktički uvijek $i < a$, čemu je osnovni uzrok topografski položaj heliografa kao i osjetljivost trake heliografa na toplinu kojom ova i registrira tra-



Sl. 8/1 Vjerojatnost pojave oblačnih dana po dekadama za izabrane jadranske (a) i kontinentalne (b) stanice. Period 1961—1980.

Fig. 8/1 Probability of occurrence of cloudy days in decades for selected maritime (a) and continental (b) stations. Period 1961—1980.



Sl. 8/2 Vjerojatnost pojave vedrih dana po dekadama za izabrane jadranske (a) i kontinentalne (b) stanice. Period 1961—1980.

Fig. 8/2 Probability of occurrence of clear days in decades for selected maritime (a) and continental (b) stations. Period 1961—1980.

janje sijanja sunca (sagorjevanje trake), tj. heliograf određeni kraći period vremena poslije izlaza i prije zalaza ne bilježi sijanje sunca. Ako je u jednadžbi (1) $N = 0$, tj. zabilježena je određena oblačnost u toku određenog mjeseca, tada je svakako $i < a + bN$, odnosno koeficijent b , je uvijek negativan ($b < 0$). Osim same korelacijske veze potrebno je znati i stupanj nađene ovisnosti koji se izražava koeficijentom korelacije r , koji se nalazi u granicama $-1 \leq r \leq +1$.

To znači, što je (r) veći, tj. bliži jedinici, to se i veza između varijabli više približava traženoj linearnoj zavisnosti, odnosno boljoj povezanosti varijabli i i N . Uvjet koji se postavlja na koeficijente a i b jeste da svaki par (i, N) mora biti na pravcu regresije od (i) s obzirom na (N) . Izračunati su koeficijent a i b , te veličina r za svih 37 promatranih stanica, i u tab. 9/1 dane su ekstremne vrijednosti faktora korelacije za pojedine mjesece te godinu u cjelini, a u drugom dijelu tabele i srednje vrijednosti faktora korelacije i pripadne standardne devijacije za sve stanice i mjesece u godini.

Uočljivo je da se srednja godišnja vrijednost veličine r kreće u dosta širokom rasponu od 0.67 (Palagruža) do 0.98 (Parg, Varaždin, Sisak), a srednje mjesečne vrijednosti za sve stanice u rasponu od 0.74 (lipanj) do 0.94 (listopad). Nadalje, najniže vrijednosti faktora korelacije pojavljuju se u lipnju (0.37 — Lastovo, 0.37 — Korčula), odnosno najviše vrijednosti pretežno u ožujku i listopadu (0.97—0.98). I u pogledu srednjih mjesečnih vrijednosti (tab. 9/1—b) zapaža se izrazito

smanjenje faktora korelacije u ljetnim mjesecima, sa minimumom u mjesecu lipnju.

Općenito možemo reći da se jasno vidi stupanj veze insolacije i naoblake po stanicama za mjesec tokom godine, koji je potvrđen i u provjeri signifikantnosti koeficijenta korelacije, koju je dao Brooks (1953) s obzirom na broj promatranih parova ove korelacije. Iako se ovdje radilo sa 20-godišnjim razdobljem, koje se može svrstati u srednje dugački vremenski period u meteorologiji (Brooks, 1953), izraz za standardnu devijaciju koeficijenta korelacije

$$6_c = \frac{1 - r^2}{\sqrt{N-1}}, \quad N\text{-broj slučajeva (broj godina niza)} \quad (2)$$

daje u prosjeku grešku od 6.4%, što znači da se stupanj povezanosti insolacije i naoblake može ocijeniti kao odličan i vrlo dobar za većinu stanica.

Napomenimo da se srednje godišnje vrijednosti konstanta a i b kreću u intervalu od 9.2 do 12.6 za a , te od -0.71 do -1.03 za b . U tabeli 9.2 prikazan je godišnji hod srednjih dnevnih vrijednosti konstanti a i b za stanice Zagreb-Grič i Split-Marjan.

O stupnju povezanosti između proračunatih i izmjernih vrijednosti insolacije možemo suditi na temelju podataka stanica Split-Marjan i Zagreb-Grič, koji su prikazani na sl. 9/1. Uočljiv je relativno vrlo mali raspon vrijednosti oko linearne veze izračunate i izmjerene insolacije (u satima) na obje stanice: mjesečni faktor korelacije se na sta-

Tab. 9/1 Koeficijent korelacije između insolacije i naoblake za stanice sa heliografom na području SR Hrvatske, Razdoblje: 1961—1980.

Table 9/1. Correlation coefficient (r) between, insolation and cloudiness for heliograph stations in Croatia. Period 1961—1980.

- a) Ekstremne vrijednosti i pripadni mjeseci te srednje godišnje vrijednost
 a) Extreme values, relevant months and average annual values

Mjesec Stanica	Min.		Maks.		God. sred. r
	r	mj.	r	mj.	
Rovinj	0.76	VI	0.97	III	0.89
Pula	0.53	VI	0.95	III	0.80
Čepić	0.70	IV	0.92	III	0.83
Opatija	0.67	I	0.96	III	0.88
Rijeka-grad	0.84	IX	0.99	X	0.93
Rijeka-ear.	0.82	VI	0.97	III	0.93
Senj	0.83	VI-VII	0.98	III	0.93
Zavižan	0.92	VI	0.99	II, X	0.97
Rab	0.80	VI	0.97	IX, XI	0.92
Mali Lošinj	0.93	XII	0.98	II, III, X	0.96
Pag	0.71	VII	0.97	X	0.89
Zadar-grad	0.67	VI	0.96	X	0.90
Šibenik	0.82	VI	0.98	X	0.92
Knin	0.57	VI	0.96	III	0.88
Sinj	0.45	VI	0.94	II, XI	0.81
Split-Marjan	0.89	VI, VII	0.98	I, II	0.95
Sv. Jure-Biokovo	0.47	VI	0.95	I	0.88
Hvar	0.85	VI	0.97	I, II, XI	0.93
Korčula	0.39	VIII	0.93	X	0.81
Lastovo	0.37	VI	0.91	III	0.77
Dubrovnik	0.48	VI	0.96	I	0.87
Palagruža	0.35	II	0.88	X	0.67
Gospić	0.88	VI	0.94	X	0.94
Ogulin	0.71	VI	0.95	III	0.90
Parg	0.85	V	0.97	I, XII	0.98
Karlovac	0.81	VI	0.97	III	0.97
Jastrebarsko	0.68	VII	0.98	III	0.97
Zagreb-Grič	0.76	IV	0.97	III	0.93
Zagreb-Maksim.	0.85	IV, VI	0.98	III	0.87
Puntijarka	0.78	VI, IX	0.93	V	0.81
Varaždin	0.88	VII	0.98	X	0.98
Križevci	0.66	VI, VII	0.95	III	0.92
Sisak	0.84	VI	0.97	I, III, XII	0.98
Daruvar	0.62	VI	0.98	X	0.96
Sl. Brod	0.75	VI	0.94	VIII	0.88
Osijek	0.80	VI	0.96	III, VIII, X	0.96
Brestovac-Belje	0.57	XII	0.91	VIII	0.75

- b) Srednje mjesečne vrijednosti, pripadne standardne devijacije te ekstremne vrijednosti koeficijenta korelacije

- b) Average monthly values (m), standard deviations and extreme values of correlation coefficient for all stations combined.

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
Sred. vrij.	0.916	0.916	0.937	0.873	0.882	0.742	0.817	0.913	0.894	0.941	0.918	0.894	0.887
stand. dev.	0.081	0.107	0.060	0.075	0.076	0.151	0.125	0.054	0.064	0.046	0.053	0.096	
Maks.	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.94	0.95	0.97	0.97	0.99	0.98	0.97	0.99
Min.	0.57	0.35	0.69	0.70	0.66	0.37	0.39	0.74	0.69	0.79	0.71	0.57	0.35

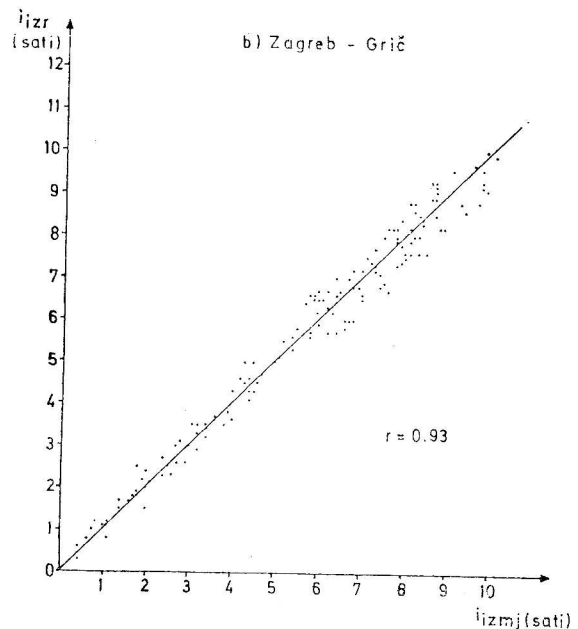
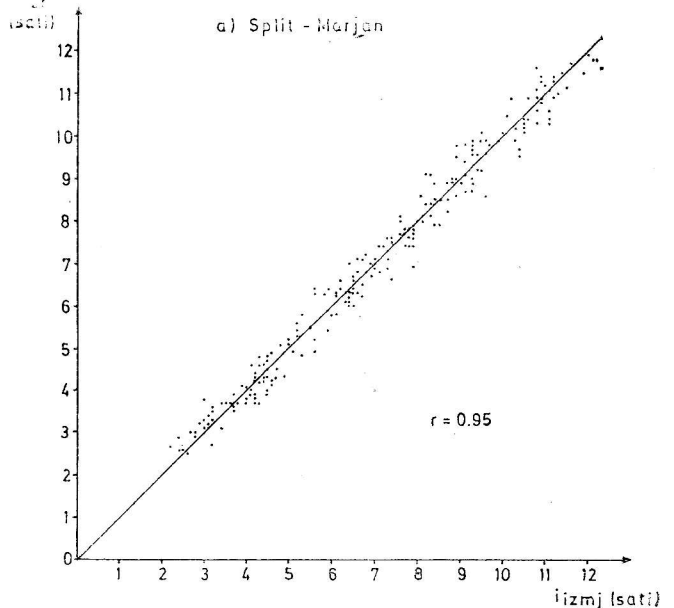
Tabela 9/2. Godišnji hod koeficijenta a i b iz jednadžbe (1) za stanice Zagreb-Grič i Split-Marjan. Period 1961—1980.

Table 9/2. Annual course of coefficient a and b in equation (1) for Zagreb-Grič Split-Marjan. Period 1961—1980.

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Zagreb-Grič	a	7.281	8.006	11.512	12.164	14.038	14.260	14.440	12.067	10.299	9.861	8.864	7.321
	b	-0.732	-0.755	-1.137	-1.066	-1.217	-1.200	-1.269	-0.908	-0.863	-0.978	-0.882	-0.767
Split-Marjan	a	8.830	10.497	11.028	13.426	15.009	14.184	13.828	12.815	11.170	10.199	8.683	8.619
	b	-0.839	-0.979	-0.952	-1.144	-1.307	-0.998	-0.953	-0.935	-0.864	-0.876	-0.752	-0.843

Sl. 9.1. Odnos između izmjerenih (i_{izm}) i izračunatih (i_{izr}) iznosa srednje mjesečne insolacije za Split-Marjan (a) i Zagreb-Grič (b). Period 1961—1980.

Fig. 9.1. Relationship between measured (i_{izm}) and calculated (i_{izr}) values of average monthly insolation for Split-Marjan (a) and Zagreb-Grič (b). Period 1961—1980.



nici Split-Marjan kreće između 0.89 i 0.98, a na opservatoriju Zagreb-Grič između 0.76 i 0.97.

Promatrana veza insolacije i naoblake nije zadovoljavajuća samo za nekoliko stanica. To su Korčula, Palagruža i Brestovac-Belje i to zbog nepouzdatih podataka.

Najveće razlike u koeficijentima korelacije javljaju se u lipnju i srpnju. Tada su veze insolacije i naoblake mnogo slabije što je posebno karakteristično za primorske stanice. To je posljedica razvoja promjenljive konvektivne naoblake koja ima brz i vrlo buran dnevni razvoj, a pokriva samo pojedine dijelove neba i karakteristična je za ljetne mjesece.

10. MODIFICIRANA PROSTORNA RASPODJELA SREDNJEG APSOLUTNOG TRAJANJA INSOLACIJE

Na temelju izračunatih koeficijenata **a** i **b** u jednadžbi linearne ovisnosti insolacije i naoblake za 37 stanica s podacima o insolaciji, nacrtana je za svaki mjesec karta Hrvatske s izolinijama jednakih vrijednosti koeficijenata **a** i **b**. Iz ovih karata određeni su ovi koeficijenti za sve ostale stanice (94) s naoblakom uz uvažavanje promjena sa nadmorskom visinom stanica. Uvažavanjem, tako dobivenih vrijednosti koeficijenata **a** i **b** izračunata je pripadna insolacija za navedene 94 stanice. To su iznosi srednje dnevne insolacije po mjesecima, a ovi su podaci poslužili za kartografski prikaz tzv. modificirane srednje vrijednosti apsolutne insolacije (u satima) za promatrano 20-godišnje razdoblje (sl. 10/1-3). Izolinije su prikazane u razmaku od 0.5 sati, odnosno u razmaku od po 100 sati za godišnju sumu trajanja sisanja sunca.

Već sama činjenica da su prikazi prostorno-vremenske raspodjele prosječnog trajanja insolacije za Hrvatsku u ovom radu dobiveni na temelju gušće mreže stanica navodi na zaključak da moraju pokazati specifičnosti pojedinih užih regija, koje se nisu mogle konstatirati samo na temelju mreže stanica s heliografima (RHMZ, 1981).

Godišnja karta apsolutnog trajanja insolacije pokazuje da se ovaj element na području SR Hrvatske kreće u rasponu od 1700 do 2700 sati godišnje (sl. 10/1). Najsunčanija područja nalaze se na Jadranskom prostoru sa očekivanim maksimumom na isturenim srednjedalmatinskim otocima. Zbog utjecaja reljefa na formiranje naoblake, kao i općeg režima strujanja uvjetovanog prolazom ciklona preko ovog područja, smanjenje broja sati sisanja sunca prati uglavnom obalnu liniju i otvorene ravničarske predjele na priobalju. Utjecaj nevisokih brežuljaka na dalmatinskim otocima manifestira se nešto smanjenom insolacijom na području Pelješca i Korčule, a dalje na sjeveru planinski masiv Učke i položaj istarskog poluotoka uvjetuju obalom orijentirani položaj izosola.

Planinske masive Velebita, Pelješca, Biokova, Gorskog kotara, Medvednice karakteriziraju ograničena područja smanjene insolacije, no i tu se u-

očava da u godišnjem prosjeku taj efekt se manifestira tek na brdima iznad kojih 800-900 m.

Požeške planine u režimu insolacije pridružuju se na sjevernoj Podravini, i šire, Panonskoj ravnicu, s time da imaju dulje trajanje sisanja sunca od okolnih područja na manjim nadmorskim visinama (> 1900 sati godišnje). To je u prvom redu doprinos duljeg trajanja sisanja sunca od kasne jeseni do početka proljeća.

Kod Zagreba je ustanovljeno da manje od 1800 sunčanih sati nema samo područje grada već i njegova šira okolica.

Istaknimo činjenicu da karta pokazuje da izolacije prate orografiju duž obale Hrvatskog primorja s velikim gradijentom na Velebitu dok na području Like od Velebita do planina prema Bosni postoje mali gradijenti. U dijelu Gorskog kotara od Jasenka prema Lici postoji zatvoreno područje manjeg trajanja sisanja sunca zbog okolnih planina i u godišnjem prosjeku iznosi manje od 1800 sati (Brinje 1647 sati). Tako se i Lička Plješevica izdvaja sa 1684 sata kao manje sunčano područje.

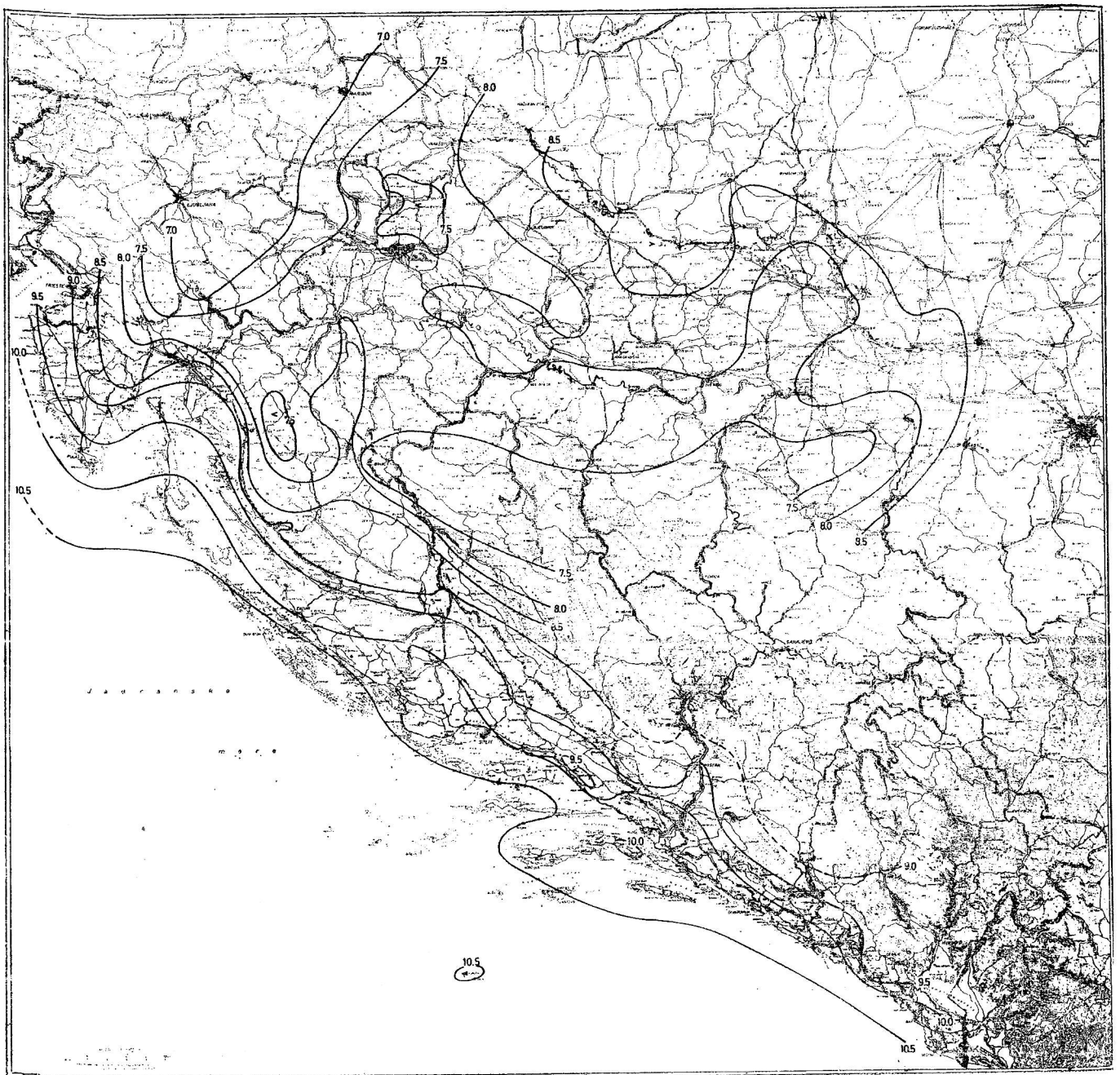
Najdulje prosječno dnevno trajanje sisanja sunca na području SR Hrvatske u mjesecu kolovozu karakteristično je po relativno uskom rasponu od 7.0 do 10.5 sati (sl. 10/2). Od godišnje prostorne razdiobe insolacije u najvećoj mjeri su zadržane karakteristike na području Jadrana i Istre, dok u unutrašnjosti raspodjela broja sati sisanja sunca u znatnoj mjeri odstupa od godišnje slike. Sa izuzetkom Gorskog kotara nešto smanjena insolacija obuhvaća i zapadnu Posavinu i istočnu Slavoniju, no razlike brdovitih predjela prema nizinskim su zbog utjecaja konvektivne naoblake znatno manje izražene.

Mjesec prosinac je na čitavom području Hrvatske karakterističan po najmanjoj insolaciji i rasponu koji se kreće od nešto manje od 1.5 sati do nešto ispod 3.5 sati u prosjeku dnevno. Najmanja insolacija u ovom mjesecu može se očekivati u ravničarskim predjelima Posavine i Podravine te u Ličko-Gackom platom zbog povećanog pojavljivanja magle. Predjeli iznad 800-900 m karakteristični su po nešto povećanoj insolaciji, što je karakteristika i ostalih zimskih mjeseci. Na Jadranskom području utjecaj orografije, u ovom zimskom mjesecu, na nešto povećano stvaranje naoblake manifestira se i u nešto smanjenoj insolaciji na rubnim otocima sjevernog Jadrana te na dalmatinskim otocima. Napomenimo da je smanjena insolacija uočljiva samo u siječnju i veljači, što bi kao i fenomen izrazitog utjecaja doline Neretve na količinu insolacije u tim istim mjesecima, valjalo posebno ispitati.



Sl. 10/1 Srednje godišnje apsolutno trajanje insolacije (u satima). Period 1961—1980.

Fig. 10/1 Average annual absolute duration of insolation in hours. Period 1961—1980.



Sl. 10/2 Srednje dnevno apsolutno trajanje insolacije (u satima). Kolovoz. Period 1961—1980.

Fig. 10/2 Average daily duration of insolation in hours. August. Period 1961—1980.



Sl. 10/3 Srednje dnevno apsolutno trajanje insolacije (u satima). Prosinac. Period 1961—1980.

Fig. 10/3 Average daily absolute duration of insolation in hours. December. Period 1961—1980.

11. ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati istraživanja prikazani u ovom radu u obliku tabela i kartografskih prikaza omogućuju, po prvi puta, detaljan uvid u karakteristike insolacije i naoblake na području SR Hrvatske. Obiman rezultat dosadašnjih mjerenja i opažanja u 20-godišnjem razdoblju veoma velikog broja stanica predstavlja solidan materijal, koji je nakon kritičke provjere i analize poslužio za izradu dosta detaljnih karata insolacije i nekih karakteristika naoblake. Iako neka područja SR Hrvatske nisu dovoljno pokrivena meteorološkim stanicama (Lika, planinski predjeli Velebita i Požeških planina, Samoborskog gorja) što onemogućuje detaljnu razdiobu promatranih elemenata, ipak su dobiveni rezultati veoma solidna osnova za sva daljnja istraživanja klimatskih prilika i neposrednih primjena na području korištenja solarne energije. Statističke veličine dobivene ovim istraživanjima omogućavaju dopunsku procjenu opravdanosti i potencijalnih mogućnosti primjene uređaja solarne energije što nesumljivo ima i značajnu praktičnu vrijednost.

ZAHVALA

Ovo istraživanje je sufinancirala Republička zajednica za znanstveni rad SRH (SIZ III).

LITERATURA

- Atlas klime SFRJ, izdanje SHMZ Beograd, 1969—1976, 63 karte.
- Atlas klime SRH, RHMZ, Zagreb, 1977.
- BIEL, E., 1944: Climatology of the Mediterranean area, Institute of Meteorology of the University of Chicago, Miscellaneous Reports, no 13, Chicago, 79.
- BROOKS, C. E. P., 1953: Handbook of Statistical Methods in Meteorology, Her Majesty's Stationery Office, London.
- CONRAD, V. and L. W. POLLAK, 1950: Methods in climatology, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- DELIJANIĆ, I., 1959: Regionalna klimatologija, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 129.
- DUPLANČIĆ, Č., 1958: O klimi i vremenu Jadrana, Hidrografski godišnjak 1958., Hidrografski institut JRM Split, 1959, 225—251.
- FRANOVIĆ-GAVAZZI, A. 1888: Isonefe hrvatskih krajeva, Glasnik Hrvatskog naravoslovnog društva, Zadar.
- FURLAN, D., 1977: The climate of Southeast Europe, u djelu LANDSBERG, H. E.: World Survey of Climatology, Vol. 6. Climates of Central and Southern Europe, Elsevier Publ. Co, Amsterdam-Oxford-New York, 128—140.
- GOLDBERG, J., 1931: Godišnji dnevni period oblačnosti u Zagrebu, Rad JAZU br. 241, Zagreb 1931.
- GOLDBERG, J., 1938: Trajanje insolacije u Zagrebu na osnovi 36-godišnjih registracija, Rad JAZU 246, Zagreb 119—160.
- GOLDBERG, J., 1942: Naoblaka i sijanje sunca u »Klima Hrvatske«, izdanje Geof. zavoda, 140 str.
- HANN, J., 1897: Handbuch der Klimatologie, Band I: Allgemeine Klimalehre, Verlag von J. Engelhorn, Stuttgart 1897, 573 str.
- HANN, J., 1911: Handbuch der Klimatologie, Band III: Klimatographie, II Teil. Klima der gemäßigten Zonen und der Polarzonen, Verlag von J. Engelhorn's Nachf., Stuttgart 1911, 713 str.
- KIRIGIN, B., 1963: Prikaz klimatskih prilika planine Medvednice, Rasprave i prikazi br. 9, HMZ SRH, Zagreb, 74.
- KIRIGIN, B., 1967: Klimatske karakteristike sjevernog Velebita, Zbornik radova povodom proslave 20 godina rada i razvoja hidrometeorološke službe Jugoslavije 1947.—1967, Beograd, 189—206.
- KLIMATSKI PODACI SR HRVATSKE, razdoblje 1948-1960, Posebni prilog iz Građe za klimu Hrvatske, RHMZ, Serija II, br. 5, Zagreb, 1971.
- MAKJANIĆ, B., 1966: Prilog poznavanja klime grada Senja, Pomorski zbornik, br. 4, 603—624.
- MAKJANIĆ, B. i VOLARIĆ, B., 1979: Prilog poznavanju klime otoka Hvara, Rad JAZU 18, Zagreb, 273—344.
- MAKJANIĆ, B. i VOLARIĆ, B., 1981: Kratki pregled klime Istre, Zbornik čakavskog sabora, 96—97, Liburnijske teme, Opatija, 35—72.
- MAKSIC, ŠIKIĆ, PENZAR i KNEŽEVIĆ, 1962: Klimatske i agroklimatske osobine južno-kalničkog Prigorja, Rasprave i prikazi br. HMZ NRH Zagreb, 139.
- Meteorološki parametri potrebni za iskorištavanje Sunčeve energije u SR Hrvatskoj, I dio — Trajanje sijanja sunca, RHMZ, CMI, Zagreb, 1981. (nepublicirana Studija).
- PAVIČIĆ, M., 1975: Ispitivanje stohastičke veze između naoblake i trajanja insolacije, Diplomski rad, PMF, Zagreb, 1955.
- PENZAR, B., 1980: Neke značajke trajanja insolacije u Malom Lošnju, Sunčeva energija br. 3, Rijeka, 21—25.
- PENZAR, I., 1960: Kakva je veza između globalne radijacije i trajanja insolacije u Zagrebu, Vesnik Hidrometeorološke službe br. 3—4 (1959), Beograd, 1—11.
- PENZAR, I., 1962: Durée et intensité de l'insolation au pied et au sommet de la montagne de Zagreb, VI^e Congrès int. met. alpine, Bled 1960, Savezni hidrometeorološki zavod Beograd, 295—307.
- PENZAR, I., 1974: Atlas Izlaza i zalaza Sunca na području SFR Jugoslavije, Almanah Bošković, knj. 26, Zagreb, 81—160.
- PENZAR, B., 1976: Klima makroregionalnih gradova SR Hrvatske u djelu Centralna naselja i gradovi SR Hrvatske, Geografska analiza, Geografski institut Prirodno-slovnomatematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Školska knjiga, Zagreb, 163—191.
- PENZAR, I., 1977: Naoblaka, Trajanje insolacije, posebna poglavlja u Prilogu poznavanja klime grada Zagreba, Radovi Geofizičkog zavoda Ser. III br. 18, Zagreb, 60—96.
- PENZAR, I. i PENZAR, B., 1979: Primjer analize vjerojatnosti za prekid insolacije, Zbornik referata sa savjetovanja o novim izvorima energije, Opatija, 24. 10. 1979.
- RANKOVIĆ, S., 1972: Rezultati razrade metodike za obradu podataka trajanja sijanja sunca za Atlas klime SFRJ, VIII Savjetovanje klimatologa Jugoslavije 23.—25. VI 1970. Zlatibor, SHMZ, Beograd, 143—156.
- SEKULIĆ, B., POJE, D. i JEFTIĆ, Li., 1980: Sunčeva radijacija i insolacija u Istri od 1973. do 1977. godine, Pomorski zbornik 1980, br. 18, Rijeka, 567—580.
- SLIPEČEVIĆ, A., 1960: Klima Raba, Rasprave i prikazi br. 5. HMZ NRH Zagreb, 61.
- STEINHAUSER, F., 1956: Über die kartographische Darstellung der Sonnenscheindauer, Wetter und Leben 6, Heft 1—2, Wien.
- STEINHAUSER, F., 1969: Über die Beziehung zwischen den Tagesgängen von Bewölkung, Nebelhäufigkeit und Sonnenscheindauer, Archiv Met. Geoph. Biokl., Ser. B. 17, 175—200.
- STIPANIČIĆ, V., 1960: Klimatske prilike Hvara, Publikacija Historijskog arhiva Hvara, br. 10, Hvar, 44.
- TEŠIĆ, M. i BROŽANČEVIĆ, K., 1970: Klimatske karakteristike zadarskog arhipelaga, Hidrografski godišnjak 1970. Hidrografski institut JRM Split, 35—67.
- VUJEVIĆ, P., 1948: Meteorologija, Beograd, 348.
- VUJEVIĆ, P., 1953: Podneblje FNR Jugoslavije, Arhiva za poljoprivredne nauke VI, 12, Beograd 3—42.
- VUJIČIĆ-GAMSER, K., 1970: Veza između podataka o oblačnosti i trajanju sijanja sunca, VIII savjetovanje klimatologa Jugoslavije 23.—25. VI 1970. Zlatibor, SHMZ, Beograd, 173—193.
- VUJIČIĆ-GAMSER, K., 1972: Efekt instrumentalne greške heliografa, VIII Savjetovanje klimatologa Jugoslavije 23.—25. VI 1970. Zlatibor, SHMZ, Beograd, 157—172.
- VUJIČIĆ-GAMSER, K. i GAMSER, F., 1972: Prilog metodici određivanja relativnog trajanja sijanja sunca, VIII savjetovanje klimatologa Jugoslavije, 23.—25. VI 1970. Zlatibor, SHMZ, Beograd, 193—236.
- VUKOV, J., 1971/72: Trajanje insolacije u Hrvatskoj, Geografski glasnik, 33—34, Zagreb, 177—195.

SUMMARY

The first chapter presents historical survey of the investigations into cloudiness and insolation of the area of the Socialist Republic of Croatia (43 references).

Cloudiness and insolation for the whole area of Croatia is then extensively analysed. This includes 131 meteorological stations for cloudiness (based on visual climatological observations) and 37 stations for insolation (based on heliograph records) both for the period 1961—1980.

Average annual cloudiness ranges between 4/10 and 7/10 (Fig. 4/1); the pronounced clear area (cloudiness less than 5/10) encompasses the coastal area of Istria, the outer Kvarner Bay islands and the regions south of Velebit Mountain. In the continental part of the republic, there are less pronounced clouded areas such as the Samobor's mountains and the peak areas of Medvednica, Psunj and Papuk mountains, primarily due to lowland fog in the colder part of the year. The least amount of cloudiness occurs in summer, mainly in July and August (Fig. 4/2), the greatest amount in the Adriatic region in the month of November and in the continental region in the month of December (Fig. 4/3).

The average number of cloudy days shows similar features in spatial and temporal distribution as the average cloudiness does. In the annual average, the number of cloudy days ranges from 60 days for the middle part of the Adriatic Sea to somewhat higher than 160 in Gorski Kotar and the limited region east of Medvednica mountain (Fig. 5/1). The highest number of cloudy days in the annual course occurs in the period November-January (Fig. 5/2), and the least number along the Adriatic coastal area with a pronounced decrease from north to south (Fig. 5/3).

The average annual number of clear days ranges from 140 on the outskirts of the middle Adriatic and less than 50 in the Lika plateau (Fig. 6/1). The highest number of clear days occurs in the months of July and August and 10—20 days in particular in the Adriatic area and 6—13 days in the mainland area (Fig. 6/2). The least number of clear days is linked with the colder part of the year (Fig. 6/3).

The persistence of cloudiness is analysed on the basis of number of the longest series of consecutive cloudy and clear days. The longest series of consecutive cloudy days appears in the period of November to January, the shortest series occurs in summer period (Fig. 7/1a). The average longest consecutive duration of clear days oc-

curs in Croatia in the period July-August, and in the Adriatic area especially in August (Fig. 7/1 b).

Detailed insight into the annual course of occurrence of cloudy and clear days for selected stations is available in Figs. 8/1 and 8/2. In the whole area of Croatia distinctive maxima of cloudy days occur in the second part of January and the middle of February as well as in the last decade of August and, in the continental part of Croatia, in the first decade of June. The last decade of July and the first decade of August have the highest probability of occurrence of clear days.

The dependence of insolation on cloudiness by means of relation (2) is examined for the available pairs of stations (37). Table 9/1 presents the extreme values of the correlation coefficient as well as average annual values of r . It could be ascertained with the exception of some stations that these values lie in a relatively narrow range of 0.70 to 0.98. The annual course of average values of r and other statistical characteristics for all stations combined are given in Table 9/1 b. Relatively small scatter of values outside the linear relationship of calculated and measured values of insolation for two selected stations could be seen from Fig. 9/1.

The calculated dependence of insolation on cloudiness was the basis for the calculation of absolute insolation for all stations, taking into account also the altitude of stations. The annual chart of absolute duration of insolation (Fig. 10/1) shows that this element has in the area of Croatia range of 1700 to 2700 hours. The sunniest areas are in the Adriatic region with highest values at the outer Dalmatian islands. The mountain massifs of Velebit, Plješevica, Biokovo, Gorski Kotar and Medvednica are characterized by limited areas of lesser insolation, but in the annual average this effect of increased cloudiness is manifested only at altitudes above 800—900 m.

The longest average duration of insolation in Croatia occurs in August and it has a relatively narrow range of 7 to 10.5 days (Fig. 10/2). The sunniest areas are on the Adriatic and lesser insolation characterizes the mountainous region of Gorski Kotar, the western part of Posavina and eastern Slavonian lowlands.

The longest average duration of insolation in Croatia occurs in August and it has a relatively narrow range of average daily insolation. A lower number of insolation hours might be expected in the lowland area of Posavina and in the Lika plateau caused by increased fog. Regions at altitudes above 800—900 m have somewhat greater insolation.