

O proljetnom režimu sunčanosti u Hrvatskoj

Branka Penzar i Ivan Penzar

Geofizički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Zagreb

Primljeno 9. siječnja 1985., u konačnom obliku 1. travnja 1985.

J. Goldberg je utvrdio nepravilno povećanje naoblake u Hrvatskoj od ožujka do lipnja i dao kratko tumačenje te pojave. Ovdje se pokazuje da u recentnoj klimi proljetno smanjenje sunčanosti potječe od dva glavna uzroka. Jedno je utjecaj ciklona na Jadranu i na prolazu preko Hrvatske u ožujku i travnju, a drugo utjecaj atmosferskih poremećaja s Atlantika koji prolaze srednjom Evropom u lipnju. Oba utjecaja ne zahvaćaju isti dio Hrvatske, a najjači su na navjetrinskoj strani gora. Zaključci su izvedeni analizom funkcija razdiobe relativnog dnevnog trajanja insolacije na 14 meteoroloških postaja, uz pomoć mjesečnih srednjaka naoblake na 131 postaji.

On the spring sunshine regime in Croatia

The irregular increase of cloudiness in Croatia in spring was found and briefly explained by J. Goldberg. This paper analyses the distribution functions of daily relative sunshine duration at 14 meteorological stations and the mean monthly cloudiness at 131 stations in a recent climate. It is shown that the part of Croatia affected by the sunshine regime decline is not the same at the beginning and at the end of spring. The increase of cloudiness in March and April is mostly produced by the Mediterranean lows on the Adriatic or passing over continental Croatia. The diminished or non-existing decrease of cloudiness in June is due to the atmospheric disturbances from the Atlantic, passing over central Europe. In both cases the windward sides of mountains are especially affected.

1. Uvod

Razmatrajući naoblaku i sisanje sunca na području Hrvatske Goldberg je (1931, 1942) ustanovio povećanje naoblake u proljetnim mjesecima kad bi se ona trebala smanjivati između zimskog maksimuma i ljetnog minimuma. Tu je pojavu pridijelio mjesecima od ožujka do uključivo lipnja, a njezin intezitet mjerio je površinama između krivulje godišnjeg hoda naoblake i dužine koja u tom hodu spaja točke za veljaču i srpanj. Iz raspoloživih podataka je utvrdio da se pojava smanjuje od Jadrana prema unutrašnjosti. Proljetno povećanje naoblake bilo je već prije utvrđeno na području Sredozemlja (Friedemann, 1912) pa ga Goldberg naziva pomorskim utjecajem ili sredozemnim učinkom na naoblaku. Potaknut radom Weickmanna iz 1922. pripisuje ga depresijama na stazi V c (Goldberg, 1931), odnosno onim ciklonama u sjevernom Sredozemlju koje najjače zahvaćaju naše krajeve, a te su najčešće baš u navedenim mjesecima (Goldberg, 1942).

Prošlo je preko 40 godina od Goldbergovih radova. Danas raspoložemo gušćom mrežom podataka, kako vizuelnih o naoblaci, tako i instrumentalnih o trajanju insolacije, a imamo i veće sinoptičko iskustvo nego što su ga mogli imati prije pola stoljeća. Pitanje je, možemo li sada nešto više ili nešto novo reći o proljetnom režimu sunčanosti u Hrvatskoj.

2. Podaci

Osnovni podaci za ovaj rad su dnevne vrijednosti relativnog trajanja insolacije u ožujku, travnju, svibnju i lipnju za 14 postaja u razdoblju od 22 do 30 godina, kako je navedeno u tabl. 1.

Postaje, uglavnom, pokrivaju kopnenu Hrvatsku i veći dio obale. U tabl. 1. navedene su postaje redom od juga prema sjeveru unutar pojedine pruge paralelne s obalom i široke 50 km. Svaka slijedeća pruga je udaljenija od mora. Iz tog redosljeda isključen je Parg zato što nismo uspjeli objasniti njegova velika odstupanja prema okolnim postajama, ne samo u relativnom trajanju insolacije u svibnju i lipnju, nego i u broju vedrih dana (sr. dnevna naoblaka manja od 2) u sva 4 mjeseca.

Osim toga raspolagali smo podacima o srednjem broju oblačnih i vedrih dana na 92 postaje u Hrvatskoj za razdoblje 1961–1980. (Poje i sur., 1983), a od Republičkog hidrometeorološkog zavoda uslužno smo dobili na uvid i tablicu srednjeg godišnjeg hoda naoblake na 131 postaji u istom razdoblju.

Podaci o naoblaci služili su, uglavnom, za usporedbu s Goldbergovim vrijednostima i za procjenu područja koje može biti reprezentirano mjerenjima na pojedinoj heliografskoj postaji. To je uneseno u 3. stupac tabl. 1. Relativno trajanje insolacije, koje također ovisi samo o naoblaci, smatramo pouzdanijim pokazateljem režima sunčanosti zato što se određuje iz neprekinutog instrumentalnog zapisa. Zato smo njemu posvetili više pažnje.

Tablica 1. Popis heliografskih postaja

Table 1. List of heliographic stations

Meteorološka postaja	Razdoblje	Vrijedi za područje
1. Split, Marjan	1946 – 1975	Srednja i južna
2. Šibenik	1961 – 1982	
3. Rab	1962 – 1982	Dalmacija
4. Mali Lošinj	1961 – 1982	
5. Opatija	1953 – 1982	Kvarnerski otoci
6. Sinj	1961 – 1982	
7. Gospić	1961 – 1982	Unutrašnjost Istre i Riječki zaljev
8. Karlovac	1961 – 1982	
9. Sisak	1961 – 1982	Usko obalno zaleđe otprilike južno od 45°N
10. Zagreb	1951 – 1980	
11. Daruvar	1961 – 1982	Kopneni dio pod utjecajem orografije
12. Varaždin	1961 – 1982	
13. Osijek	1958 – 1982	Kopneni dio bez gorja u neposrednoj blizini
Parg	1961 – 1982	
		Nizinski kopneni dio
		Visinska postaja s posebnim uvjetima

3. Usporedba godišnjeg hoda naoblake prema Goldbergu s današnjim stanjem

Goldberg je godišnji hod naoblake prikazao na osnovi 70 dugih, ali ne uvijek sinhronih nizova motrenja na području Hrvatske, Bosne i Hercegovine. Razlike prema recentnom godišnjem hodu su ove:

- Sada je srednja godišnja vrijednost naoblake nešto veća. Sve su mjesečne vrijednosti veće osim one za listopad koji je svagdje postao vedriji. Povećanje naoblake, uglavnom, je veće na zapadu nego na istoku Hrvatske.
- Raspon je sada, uglavnom, manji nego što je bio.
- Najoblačniji mjesec nije više isključivo prosinac. Sad se čestina pojave maksimuma na raznim stanicama u studenom, prosincu i siječnju odnosi kao 1,1 : 1,7 : 1.
- Najvedriji mjesec nije više kolovoz, nego češće srpanj. Čestina minimuma naoblake u srpnju i u kolovozu na raznim stanicama odnosi se kao 1,7 : 1.
- U prvoj polovici godine još se uvijek naoblaka najjače smanjuje od lipnja na srpanj. U drugoj polovici godine sada je svugdje najjače povećanje naoblake od listopada na studeni, a ne kao prije od rujna na listopad ili čak od kolovoza na rujan.
- Proletno poremećenje godišnjeg hoda naoblake i dalje postoji, ali se čini da se na moru povećalo, a na kopnu smanjilo.

Ima, dakle, nekih razlika između godišnjeg hoda naoblake sada i u prvoj polovici ovog stoljeća, ali u proljeće one nisu bitne. Najveća je razlika u jesen, u mjesecu listo-

padu, za koji već znamo da je izgubio naslov mjeseca s najviše oborine, a sada vidimo da je postao i izrazito vedriji.

Treba spomenuti da su gornji zaključci izvedeni iz mjesečnih srednjaka naoblake, koji – kako znamo – ne opisuju najbolje taj meteorološki parametar, budući da se u našoj klimi srednjak nalazi u onom dijelu skale za naoblaku gdje vrijednosti nisu česte. Broj vedrih i oblačnih dana bi dao bolji uvid u režim naoblake, ali se takvi podaci rijetko iskazuju pa ni Goldberg nije s njima raspolagao. Da bi se obuhvatili i slučajevi s poluoblačnim i promjenljivo oblačnim vremenom, trebalo bi razmatrati čestine pojedinih stupnjeva naoblake. To je Goldberg i analizirao za opservatorij Zagreb–Grič u tri termina dnevno, međutim, za druge postaje u Hrvatskoj takvih podataka nema.

4. Funkcije razdiobe za relativno trajanje insolacije

Da bismo u analizi sunčanosti izbjegli upravo navedene nedostatke i umjesto diskretnih vizuelnih ocjena uvažili neprekinute instrumentalne zapise, pošli smo od razdioba čestina dnevnog relativnog trajanja insolacije. Budući da su te razdiobe imale oblik slova U, J ili L , prikazali smo ih funkcijom gustoće vjerojatnosti oblika

$$f(x) = A + Bx + Cx^2 \quad 0 \leq x \leq 100 \quad (1)$$

To je omeđeni dio parabole, kojoj je os paralelna s osi ordinata. Oblik razdiobe čestina zahtijeva da krivulja (1) bude konveksna prema osi x , što znači da parabola mora imati minimum, tj. $C > 0$ (Penzar, Penzar 1984 a).

Koeficijenti A, B i C u (1) nisu međusobno nezavisni jer ih veže uvjet:

$$F(100) = 1 \quad (2)$$

gdje je $F(x)$ funkcija razdiobe

$$F(x) = \int_0^x f(x) \cdot dx \quad (3)$$

+ $Bx + Cx^2$, kao što pokazuju izrazi (4). Prema tome je (1) dvoparametarska funkcija gustoće u kojoj A, B i C shvaćamo kao pokrate izraza (4).

$$\begin{aligned} A &= y_t + Mx_t^2 \\ B &= -2Mx_t \\ C &= M \\ M &= 10^{-2} \frac{3 - 300y_t}{3x_t^2 - 300x_t + 10^4} \end{aligned} \quad (4)$$

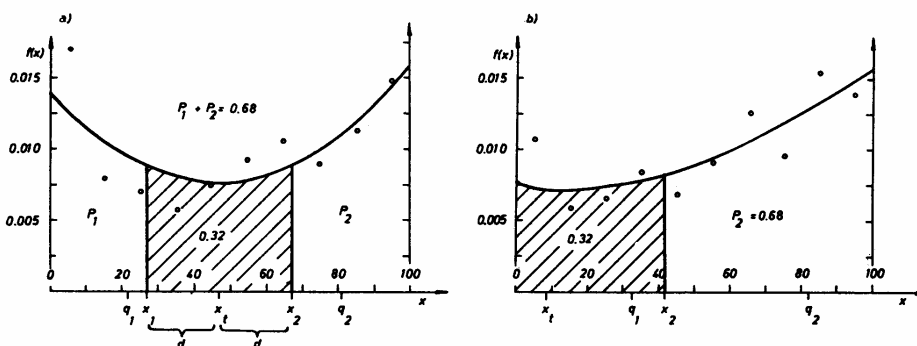
Svakom empiričkom histogramu pridijelili smo metodom najmanjih kvadrata parabolu i njezin dio u intervalu od 0 do 100 uzeli kao funkciju gustoće (1). Tako dobi-

veni koeficijenti A , B i C za sva četiri mjeseca navedeni su u tabl. 2, gdje su i koordinate tjemena određene iz poznatih izraza (5) za parabolu:

$$x_t = -\frac{B}{2C}, \quad y_t = A - \frac{B^2}{4C} \quad (5)$$

Sama metoda kojom je funkcija gustoće dobivena garantira da će se $f(x)$ na neki način omatati oko gornjeg ruba empiričkog histograma. No, budući da se pri računanju vjerojatnosti obično služimo funkcijom razdiobe $F(x)$, vrlo je važno ispitati njezinu prilagodbu podacima.

Zbog (1) i (3) funkcija razdiobe $F(x)$ je polinom trećeg stupnja bez slobodnog člana. U svim slučajevima ona zadovoljava uvjet (2). Njezino slaganje s podacima potvrdio je test Kolmogorova na razini 0,05. Osim toga smo pomoću tzv. pp-grafova, gdje su za razne vrijednosti relativnog trajanja insolacije x prikazani parovi $F(x)$ i relativne akumulirane čestine do x , provjeravali da nema sistematskih razlika između funkcije i podataka (vidi npr. Kalbfleisch 1979).



Slika 1. Funkcija $f(x)$ za relativno trajanje insolacije u Gospiću u svibnju (a) i u Opatiji u lipnju (b). Naznačeni su kvartili, najdulji 32-postotni interval i intervali normalnih vrijednosti varijate s pripadnim vjerojatnostima P_1 i P_2 . Točke prikazuju empiričke čestine u 10 klasa.

Figure 1. The functions $f(x)$ for daily relative sunshine duration at Gospić in May (a) and at Opatija in June (b). The quartiles, the largest 32 per cent interval and the intervals of normal values of the variate with the corresponding probabilities are shown. The empirical frequencies corresponding to the ten classes are indicated by the points.

Na sl. 1 prikazana su dva primjera funkcije gustoće vjerojatnosti $f(x)$ od kojih je jedna približno simetrična, a druga nije. Točke označuju empiričke vrijednosti iz kojih je funkcija određena. To su sredine gornjih baza pravokutnika u histogramu, odnosno, relativne čestine podijeljene sa širinom klase koja iznosi 10 jedinica. Zbog relativno malog uzorka (682 člana) histogram pod a bio je dosta nepravilan.

Sl. 2 je pripadni pp-graf iz kojeg se vidi da se $F(x)$ dobro slaže s podacima jer su točke na grafu blizu pravca kroz ishodište s jediničnim nagibom i ne pokazuju sistematskih odstupanja. Rezultat testa Kolmogorova naveden je također na slici.

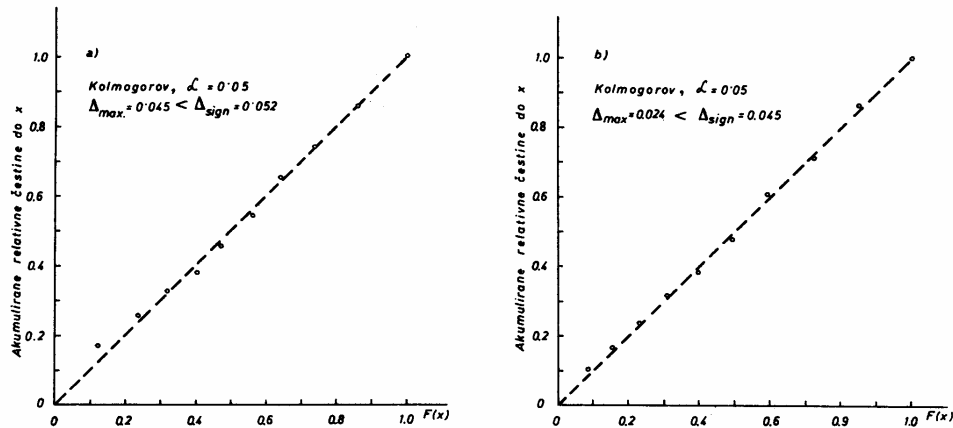
Tablica 2. Koeficijenti funkcije gustoće vjerojatnosti (1) i koordinate tjemena pripadne parabole

Table 2. Coefficients in the probability density function (1) and coordinates of the minimum of the corresponding parabola

Stanica	$A \cdot 10^2$	$B \cdot 10^4$	$C \cdot 10^6$	x_t	$y_t \cdot 10^2$
Ožujak – Mart					
Split	1,753	-5,074	5,352	47,4	0,67
Šibenik	1,678	-5,298	5,912	44,8	0,49
Rab	2,069	-6,000	5,792	51,8	0,52
Mali Lošinj	1,841	-5,031	5,024	50,1	0,57
Opatija	2,293	-6,352	5,649	56,2	0,51
Sinj	1,941	-5,263	5,071	51,9	0,58
Gospić	2,485	-6,543	5,359	61,0	0,49
Karlovac	2,345	-5,892	4,003	61,3	0,54
Sisak	2,271	-5,605	4,714	60,3	0,56
Zagreb	2,419	-6,167	4,994	61,7	0,52
Daruvar	2,195	-5,310	4,379	60,6	0,59
Varaždin	2,079	-4,943	4,177	59,2	0,61
Osijek	1,836	-4,090	3,626	56,4	0,68
Parg	2,888	-8,308	6,799	61,1	0,35
Travanj – April					
Split	1,129	-2,470	3,319	37,2	0,64
Šibenik	1,303	-3,943	5,005	39,4	0,53
Rab	1,399	-3,007	4,514	42,2	0,60
Mali Lošinj	1,315	-3,921	4,937	39,7	0,54
Opatija	1,736	-3,754	3,422	54,9	0,71
Sinj	1,513	-3,342	3,475	48,1	0,71
Gospić	1,968	-4,671	4,104	56,9	0,64
Karlovac	1,732	-3,688	3,335	55,3	0,71
Sisak	1,830	-4,380	4,081	53,7	0,65
Zagreb	1,733	-3,404	2,906	58,6	0,73
Daruvar	1,729	-3,900	3,662	53,2	0,69
Varaždin	1,668	-3,809	3,709	51,3	0,69
Osijek	1,602	-3,576	3,559	50,2	0,70
Parg	2,281	-4,880	3,475	70,2	0,57

Tablica 2. *Nastavak*Table 2. *Continued*

Stanica	$A \cdot 10^2$	$B \cdot 10^4$	$C \cdot 10^6$	x_t	$y_t \cdot 10^2$
Svibanj – May					
Split	0,716	-0,793	2,043	19,4	0,37
Šibenik	0,919	-2,742	4,356	31,5	0,49
Rab	1,138	-3,065	4,183	36,6	0,58
Mali Lošinj	0,975	-2,794	4,267	33,1	0,52
Opatija	1,218	-2,289	2,781	41,2	0,75
Sinj	0,924	-1,244	2,093	29,7	0,74
Gospić	1,399	-2,724	2,888	47,2	0,76
Karlovac	1,186	-1,764	2,089	42,2	0,81
Sisak	1,312	-2,604	2,970	43,8	0,74
Zagreb	1,362	-1,973	1,074	52,6	0,84
Daruvar	1,322	-2,097	2,180	48,1	0,82
Varaždin	1,208	-2,143	2,592	41,3	0,76
Osijek	1,257	-2,552	3,058	41,7	0,72
Parg	1,624	-2,118	1,305	81,2	0,70
Lipanj – June					
Split	0,541	-1,614	3,799	21,2	0,07
Šibenik	0,627	-2,560	4,959	25,8	0,30
Rab	0,788	-2,633	4,586	28,7	0,41
Mali Lošinj	0,766	-3,267	5,601	29,2	0,29
Opatija	0,752	-0,177	1,001	8,8	0,74
Sinj	0,524	-0,518	2,205	11,7	0,49
Gospić	0,809	-0,085	0,701	6,0	0,81
Karlovac	1,093	-1,892	2,559	37,0	0,74
Sisak	1,108	-1,970	2,630	37,5	0,74
Zagreb	1,064	-0,847	1,078	39,3	0,90
Daruvar	0,970	-0,871	1,396	31,2	0,03
Varaždin	0,942	-0,942	1,587	29,7	0,80
Osijek	0,766	-0,521	1,482	17,6	0,72
Parg	1,563	-1,592	0,698	114,0	0,66



Slika 2. Odnos empirijskih i teorijskih akumuliranih čestina za primjere na sl. 1 tj. a) za Gospić i b) za Opatiju.

Figure 2. The probability plots corresponding to the examples in Fig. 1 the empirical cumulative frequencies against the theoretical ones for selected values of x .

5. Analiza rezultata

U proučavanju U i J razdioba srednjak i medijan nisu naročito korisne veličine jer su u pravilu daleko od područja najčešćih vrijednosti varijate, a može se pokazati da kod funkcija tipa (1) i ne ovise jednoznačno o parametrima x_1 i y_1 . Važno je proučiti oblik razdiobe na rubovima jer se upravo tamo nalaze oba ili jedini mod, dok su vrijednosti oko sredine intervala za x malo vjerojatne. To se može učiniti na nekoliko načina:

- da se unaprijed fiksira jednaka vjerojatnost p uz svaki rub razdiobe $p = F(q_1) = 1 - F(q_2)$ pa se prate prostorne ili vremenske promjene pomičnih granica q_1 i q_2 u statističkim analizama poznatih pod općim nazivom kvantili;
- da se unaprijed fiksiraju jednaki intervali uz rubove razdiobe, npr. $(0, a)$ i $(100 - a, 100)$ pa se prate promjene pripadnih vjerojatnosti $F(a)$ i $F(100 - a)$, što može biti korisno za neke praktične svrhe;
- da se ni vjerojatnosti, ni intervali uz rub unaprijed ne fiksiraju, nego se odrede prema obliku razdiobe, tj. izraženosti njezinih modova. Taj je postupak bespredmetan kod simetrične U razdiobe, ali ga smatramo prikladnim za analizu J razdioba, naročito u meteorologiji, kad treba na odgovarajući način – ali ne jednako – uvažiti povećane čestine oba ruba razdiobe. Tako možemo ustanoviti i jesu li vrijednosti varijate na jednom rubu razdiobe tako malo vjerojatne da J razdiobu treba smatrati unimodalnom, a ne bimodalnom.

Mi ćemo ovdje upotrijebiti prvi i treći način razmatranja u poglavljima 5.1, odnosno 5.2. Prije toga spomenimo još da ćemo umjesto brojčane vrijednosti x , kad to bude potrebno, upotrijebiti opisnu oznaku prema ovoj podjeli:

x (%)	Opis
0 – 10	dani bez sunca
10 – 30	dani s malo sunca
30 – 70	polusunčani dani
70 – 90	pretežno sunčani dani
90 – 100	potpuno sunčani dani.

5.1. Kvartili relativnog trajanja insolacije

Donji kvartil q_1 i gornji q_2 (sl. 1) definiraju se, kao što je poznato, iz izraza

$$F(q_1) = 0,25 \quad 1 - F(q_2) = 0,25 \quad (6)$$

Na lijevom rubu razdiobe do donjega kvartila nalaze se dani bez sunca, a zatim, ovisno o postaji i mjesecu, dio ili svi dani s malo sunca, pa čak i jedan dio polusunčanih dana. Na desnom rubu iznad gornjeg kvartila su potpuno sunčani dani i jedan dio pretežno sunčanih.

Budući da prikaz prostorne razdiobe bilo kojeg meteorološkog parametra u Hrvatskoj nije moguć bez podataka za Bosnu i Hercegovinu, nismo mogli polja kvartila nad

Tablica 3. Koefficienti korelacije između donjeg odnosno gornjeg kvartila i položaja meteorološke postaje (a – s obzirom na udaljenost od Jadrana, b – s obzirom na redni broj iz tabl. 1)

Table 3. Correlation coefficients between the lower or the upper quartile and the location of the meteorological station (a – with regard to the distance from the Adriatic, b – with regard to the number of the station given in Tab. 1)

		Mjeseci – Months			
		III M	IV A	V M	VI J
q_1	a	-0,39	-0,56	-0,68	-0,71
		-0,59	-0,49	-0,63	-0,64
q_2	b	-0,06	-0,08	-0,08	-0,08
		-0,76	-0,67	-0,75	-0,79

Hrvatskom prikazati izolinijama. Pokušali smo drukčije ustanoviti da li ta polja sadrže pravilnost, s obzirom na udaljenost od mora, ili možda s obzirom na kombinirani efekt geografske širine i udaljenosti od mora. Zato smo odredili koeficijente korelacije između

Tablica 4. *Kvartili i granice normalnih vrijednosti relativnog trajanja insolacije uz lijevi i desni rub razdiobe s pripadnim vjerojatnostima, te srednja mjesečna nao-blaka N (desetine)*

Table 4. *Quartiles q , limits x of the normal daily relative sunshine durations at the left and the right side of the distribution with corresponding probabilities P and the mean monthly cloudiness N (in tenths)*

Stanica	q_1	q_2	x_1	P_1	x_2	P_2	N
Ožujak – Mart							
Split	18,6	84,8	23,0	0,29	71,8	0,39	5,6
Šibenik	20,5	86,8	19,1	0,24	70,5	0,44	5,7
Rab	15,1	82,6	26,7	0,38	76,9	0,30	5,8
Mali Lošinj	17,1	82,8	26,4	0,34	73,8	0,34	5,5
Opatija	13,1	78,0	30,8	0,46	81,6	0,22	5,7
Sinj	16,0	81,6	28,1	0,38	75,7	0,31	5,6
Gospić	11,8	70,2	34,8	0,54	87,2	0,14	6,6
Karlovac	12,5	70,5	36,6	0,54	86,0	0,14	6,4
Sisak	13,0	72,3	35,7	0,52	84,9	0,16	6,7
Zagreb	12,1	69,3	36,1	0,55	87,3	0,13	6,7
Daruvar	13,4	72,1	36,7	0,52	84,5	0,16	6,1
Varaždin	14,2	74,1	36,1	0,49	82,3	0,19	6,6
Osijek	16,3	76,6	34,8	0,44	78,0	0,24	6,1
Travanj – April							
Split	28,9	85,3	15,1	0,15	59,3	0,53	5,6
Šibenik	28,5	87,6	14,1	0,15	64,7	0,53	5,7
Rab	24,4	85,8	18,7	0,20	65,7	0,48	5,5
Mali Lošinj	27,9	87,4	14,7	0,16	64,7	0,52	5,3
Opatija	17,3	77,6	33,8	0,42	76,0	0,26	5,5
Sinj	20,5	81,5	27,1	0,31	69,1	0,37	5,7
Gospić	15,2	76,4	34,3	0,46	79,5	0,22	6,4
Karlovac	17,3	77,2	34,3	0,42	76,3	0,26	6,1
Sisak	16,6	79,1	31,5	0,40	75,9	0,28	6,3
Zagreb	17,0	74,9	38,0	0,47	79,2	0,21	6,4
Daruvar	17,6	78,9	31,8	0,39	74,6	0,29	5,8
Varaždin	18,4	80,1	29,9	0,36	72,7	0,32	6,3
Osijek	19,2	80,6	29,1	0,34	71,3	0,34	5,8

Tablica 4. Nastavak

Table 4. Continued

Stanica	q_1	q_2	x_1	P_1	x_2	P_2	N
Svibanj – May							
Split	37,7	85,7	0	0	47,0	0,68	5,0
Šibenik	38,8	88,7	4,5	0,04	58,5	0,64	5,1
Rab	31,5	87,1	12,3	0,12	60,9	0,56	5,0
Mali Lošinj	38,6	88,3	7,0	0,06	59,2	0,62	4,8
Opatija	25,3	82,8	20,8	0,21	68,6	0,47	4,8
Sinj	31,3	83,9	8,9	0,08	50,5	0,60	5,2
Gospić	21,8	80,9	27,1	0,30	67,3	0,38	5,9
Karlovac	24,8	80,4	23,1	0,24	61,3	0,44	5,7
Sisak	23,6	82,3	23,3	0,25	64,3	0,43	6,1
Zagreb	21,2	77,1	34,1	0,37	71,1	0,31	6,1
Daruvar	22,2	79,2	29,1	0,31	67,1	0,37	5,5
Varaždin	25,2	82,3	21,3	0,22	61,3	0,46	6,1
Osijek	25,0	83,3	20,9	0,22	62,5	0,46	5,5
Lipanj – June							
Split	54,3	89,2	0	0	61,0	0,68	4,2
Šibenik	57,3	90,7	0	0	64,9	0,68	4,6
Rab	49,0	89,7	0	0	59,0	0,68	4,6
Mali Lošinj	56,8	90,9	0	0	64,9	0,68	4,2
Opatija	32,9	82,6	0	0	41,4	0,68	4,1
Sinj	45,0	87,4	0	0	53,6	0,68	4,5
Gospić	30,6	80,9	0	0	38,7	0,68	5,6
Karlovac	27,9	83,5	16,5	0,16	57,5	0,52	5,5
Sisak	27,7	83,6	16,9	0,16	58,1	0,52	5,9
Zagreb	25,5	78,7	21,7	0,21	56,9	0,47	5,7
Daruvar	28,3	81,2	12,4	0,11	50,0	0,57	5,1
Varaždin	29,4	82,2	10,2	0,09	49,2	0,59	5,9
Osijek	34,0	83,8	0	0	42,9	0,68	5,0

kvartila i udaljenosti postaje od mora kao i između kvartila i rednog broja postaje iz tabl. 1. Udaljenost postaje od mora određena je kao udaljenost od pravca koji na geografskoj karti mjerila 1 : 2.500.000 spaja Pulu s Komižom. U tabl. 3 su potcrtani koeficijenti korelacije koji su značajni na razini $\alpha = 0,05$.

Očito je, da je u svibnju i lipnju donji kvartil uz more veći nego u unutrašnjosti. Na primjer u lipnju u Šibeniku iznosi 57 i zalazi duboko u područje polusunčanih dana, dok su u isto vrijeme u Varaždinu ($q_1 = 29$) s vjerojatnošću 0,25 obuhvaćeni samo

dani bez sunca i s malo sunca. Drugim riječima: u svibnju i lipnju na većoj udaljenosti od Jadrana ima uglavnom više dana bez sunca.

Gornji je kvartil u sva 4 mjeseca osjetljiv na kombinirani utjecaj udaljenosti od mora i geografske širine, i to jače nego na samu udaljenost od Jadrana. On je, uglavnom, manji na većoj udaljenosti od mora kad je ujedno i geografska širina veća. Na primjer u lipnju u Varaždinu iznosi 82, a u Šibeniku 91. To znači, 25% dana s najvećom relativnom insolacijom su u Varaždinu potpuno sunčani ili pretežno sunčani, a u Šibeniku isključivo potpuno sunčani. Prostorna promjena gornjeg kvartila u proljetnim mjesecima može se i ovako opisati: što smo dalje od mora i više na sjever, to imamo manje potpuno sunčanih dana.

Brojčane vrijednosti kvartila za sva četiri mjeseca sadrži tabl. 4.

Ako pretpostavimo da se od ožujka do lipnja, u idealnom slučaju, svaki kvartil pomiče jednoliko duž osi x u desno, tada bi promjena kvartila između dva susjedna mjeseca trebala iznositi 33,3% od ukupne promjene između ožujka i lipnja. Tabl. 5 prikazuje stvarne promjene od ožujka na travanj i od svibnja na lipanj izražene u postocima tako da se mogu usporediti s idealnih 33%.

Za travanj se pokazuje da Gospić, Sinj, Šibenik, Opatija i Osijek imaju donji kvartil, a Sinj, Šibenik, Opatija i Split gornji kvartil manji nego što bi se očekivalo. Sve te postaje,

Tablica 5. Promjene donjeg (q_1) i gornjeg (q_2) kvartila od ožujka na travanj i od svibnja na lipanj izražene u postocima promjene od ožujka do lipnja

Table 5. Intermonthly changes of the lower quartile (q_1) and the upper quartile (q_2) in percent

Stanica	April – March		June – May	
	• 100		• 100	
	June – March		June – March	
	q_1	q_2	q_1	q_2
Split	29	11	47	80
Šibenik	22	20	50	52
Rab	28	46	52	36
Mali Lošinj	27	56	46	33
Opatija	21	-9	38	-4
Sinj	16	-1	47	60
Gospić	18	58	47	0
Karlovac	31	52	21	0
Sisak	25	60	28	11
Zagreb	37	60	32	17
Daruvar	28	73	41	22
Varaždin	27	74	28	-2
Osijek	16	56	51	7

osim Osijeka, imaju u travnju i sekundarni maksimum u godišnjem hodu količine oborine, koji se pripisuje kombiniranom djelovanju Vb ili Vc ciklona, hladnih fronta sa sjeverozapada i orografije (Penzar, Penzar 1981). Osim toga, sve kopnene postaje, ali i Mali Lošinj, imaju preveliki gornji kvartil, što se možda može objasniti prestankom magle u travnju.

Povećanje donjeg kvartila od svibnja na lipanj premalo je na Jadranu (osim Opatije), u Dalmatinskoj Zagori i Lici, te u Osijeku. Sve južnije položene meteorološke postaje u tim područjima imaju i preveliko povećanje gornjeg kvartila. Oboje znači naglije razvedranje no što bi se očekivalo. Naprotiv Opatija i sve postaje na većoj geografskoj širini imaju premalu promjenu gornjeg kvartila, što znači preslabo razvedranje.

Dodajmo još da godišnji hodovi gornjeg i donjeg kvartila za Opatiju (Penzar, Penzar 1984a) pokazuju izrazito smanjenje relativnog trajanja insolacije od veljače na ožujak.

5.2. Normalne vrijednosti relativnog trajanja insolacije

Normalnima smatramo one vrijednosti relativnog trajanja insolacije x kojima pripadaju velike vrijednosti funkcije gustoće $f(x)$ i velika, unaprijed zadana vjerojatnost. U analogiji s Chapmanovim kriterijem uzimamo da je to 0,68. Normalne vrijednosti očekujemo uz rubove razdiobe, ali bi bilo logično da se intervali u kojima one dolaze mogu mijenjati iz mjeseca u mjesec i od postaje do postaje, kako se mijenja položaj i oblik parabole, odnosno položaj njezinog omeđenog dijela koji predstavlja gustoću $f(x)$.

Da bismo te intervale poblize odredili, moramo poći od najdužeg intervala kojemu pripada vjerojatnost 0,32, a granice mu označujemo s x_1 i x_2 . U pravilu to će biti interval simetričan oko vrijednosti x_r (sl. 1 a), ako ona nije preblizu ruba razdiobe ili čak izvan njega. Ako jest, onda se najdulji 32 postotni interval nalazi uz taj rub razdiobe (sl. 1 b) i nije više simetričan oko minimuma parabole. Vrijednosti x relativno rijetko padaju u 32 postotni interval, pa stoga nisu normalne ili obične.

Kad iz intervala, u kojem je relativno trajanje insolacije definirano, isključimo najdulji 32 postotni interval, preostaju područja normalnih ili najvjerojatnijih vrijednosti insolacije. U pravilu će to biti dva područja: od 0 do x_1 s pripadnom vjerojatnošću P_1 i od x_2 do 100 s pripadnom vjerojatnošću P_2 . Mora vrijediti

$$P_1 + P_2 = 0,68 \quad (7)$$

Potpuno simetrična razdioba imat će $x_r = 50$, x_1 i x_2 simetrično položene oko broja 50, a $P_1 = P_2 = 0,34$. U sunčanoj klimi iščeznut će P_1 ($x_1 = 0$), a u oblačnoj P_2 ($x_2 = 100$).

Označimo li širinu simetričnog 32 postotnog intervala oko x_r s $2d$ granice x_1 i x_2 dobiju se rješavanjem kubne jednadžbe za d koja slijedi iz izraza (8), nakon čega se realni korijen za d uvrsti u (9). Vjerojatnosti P_1 i P_2 slijede zatim iz izraza (10).

$$F(x_t + d) - F(x_t - d) = 0,32 \quad (8)$$

$$x_t - d = x_1 \quad (9)$$

$$x_t + d = x_2$$

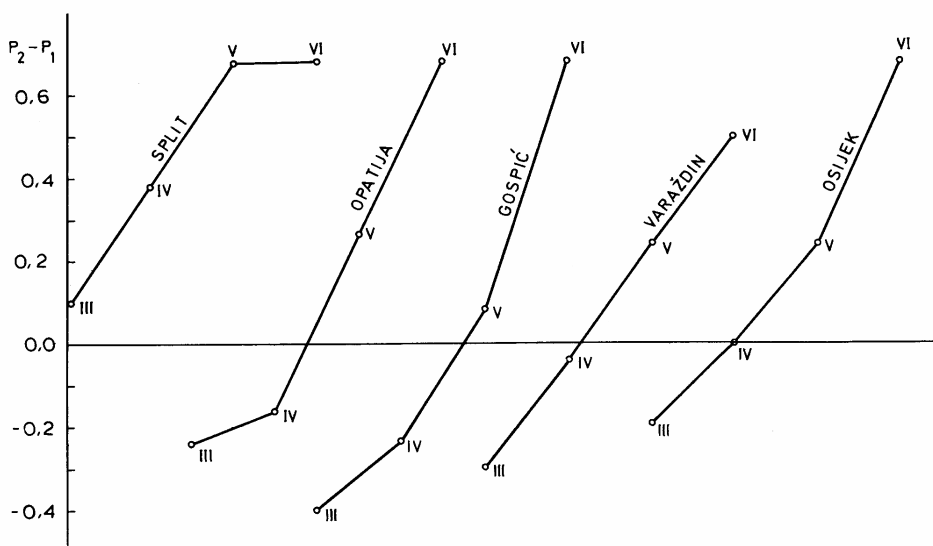
Ako (9) pokaže $x_1 < 0$, stavlja se $x_1 = 0$, dok se umjesto $x_2 > 100$ stavlja $x_2 = 100$. U tim slučajevima se preostala granica x_2 , odnosno x_1 , računa iz (10) u kombinaciji sa (7).

Tako dobivene vrijednosti prikazane su u tabl. 4.

$$F(x_1) = P_1 \quad (10)$$

$$1 - F(x_2) = P_2$$

Vjerojatnost P_1 smanjuje se od ožujka do lipnja, osim na srednjem i južnom Jadranu, gdje već u svibnju dolazi na nulu. Analogno se vjerojatnost P_2 povećava sve do lipnja svugdje osim na srednjem i južnom Jadranu, gdje je već u svibnju postigla maksimum 0,68. Prema tome, razlika $P_2 - P_1$ povećava se u proljetnim mjesecima u najvećem dijelu Hrvatske (sl. 3). Na kopnu je u ožujku i travnju $P_1 > P_2$, što znači da nesunčani



Slika 3. Razlika vjerojatnosti ($P_2 - P_1$) na odabranim meteorološkim postajama u proljetnim mjesecima.

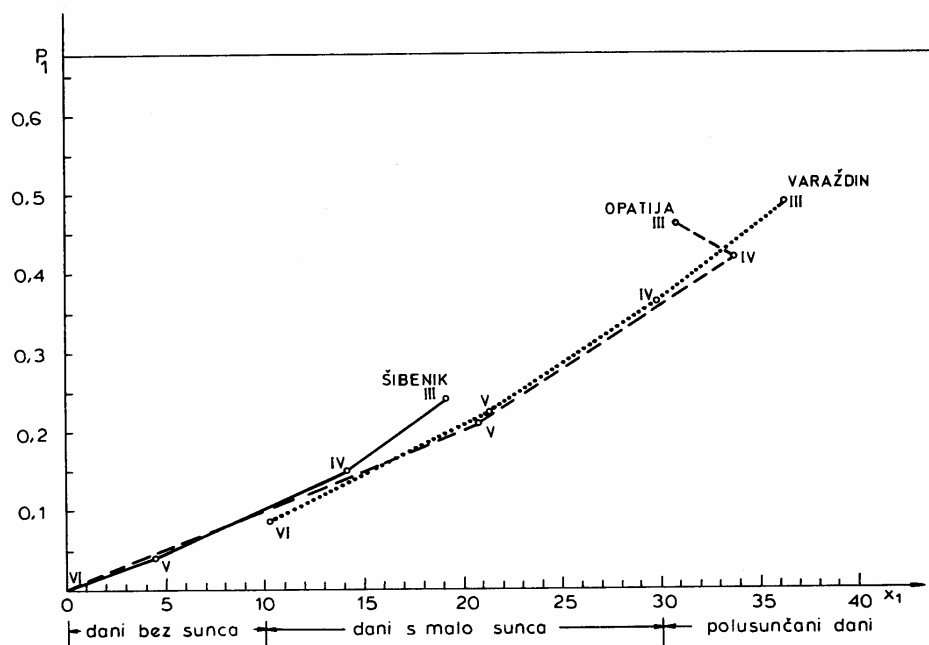
Figure 3. Difference ($P_2 - P_1$) at the selected stations during the four spring months.

dani prevladavaju nad sunčanima. Isto vrijedi za unutrašnjost Istre i Riječki zaljev. Ostali Jadran ima u sva četiri mjeseca veću vjerojatnost za sunčano nego za nesunčano vrijeme. U lipnju vjerojatnost P_1 nestaje na cijelom Jadranu, a to znači da su dani s malo sunca

ili bez njega rijetki. Ista pojava događa se u uskom kopnenom zaleđu na sjever sve do Gospića, a možda i nešto dalje – to je ujedno područje s ljetnim minimumom oborine – kao što ga ima i Jadran. Zanimljivo je da P_1 ne postoji u lipnju niti u Osijeku, koji bi trebao reprezentirati prilike u istočnom, nizinskom dijelu unutrašnjosti.

Ako uz P_1 i P_2 uzmemo u obzir i pripadne apscise x_1 i x_2 , dobit ćemo bolji uvid u režim relativnog trajanja insolacije. Takvu vezu pokazuju slike 4 i 5 za odabrane postaje. Važni su gornji dijelovi slika, gdje su vjerojatnosti velike.

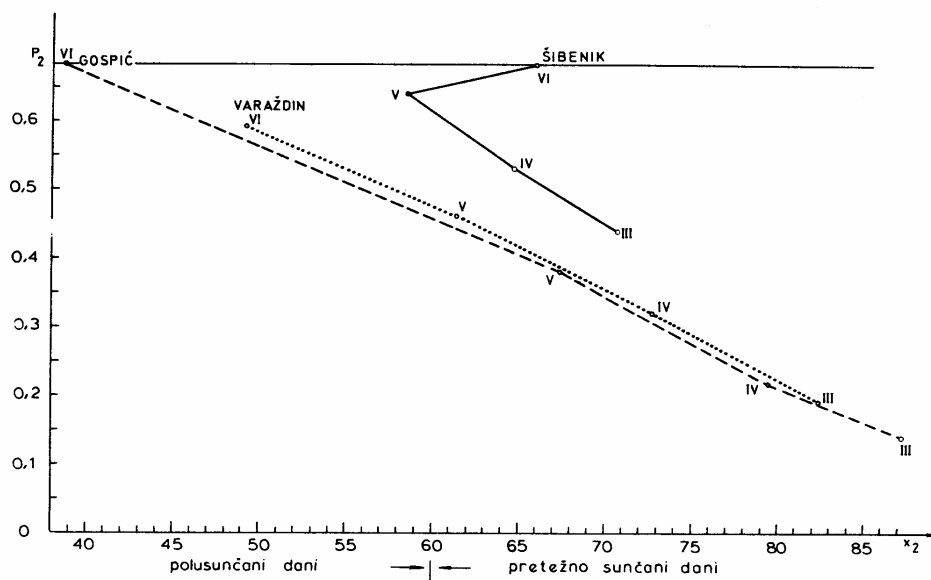
U cijeloj Hrvatskoj smanjuje se u proljeće P_1 i x_1 , slično kao u Varaždinu i Šibeniku (sl. 4). Izuzetak čine Opatija i Zagreb, s tendencijom da u travnju budu vjerojatni ne samo dani bez sunca i s malo sunca, nego i dio polusunčanih dana.



Slika 4. Proljetno smanjenje vjerojatnosti P_1 kao funkcija granice x_1 na odabranim postajama.

Figure 4. Decrease of probability P_1 as a function of x_1 at selected stations during the four spring months.

Na sl. 5 Varaždin predstavlja najveći dio unutrašnjosti, Šibenik srednji i južni Jadran, a Gospić pojas uskog obalnog zaleđa, koji negdje kod 45°N prelazi na obalu Kvarnerskog zaljeva. I u Gospiću i u Šibeniku je u lipnju vjerojatnost P_2 najveća moguća, ali u Šibeniku obuhvaća samo potpuno sunčane i veći dio pretežno sunčanih dana,



Slika 5. Projletni porast vjerojatnosti P_2 kao funkcija granice x_2 na odabranim postajama.

Figure 5. Increase of probability P_2 as a function of x_2 at selected stations during the four spring months.

a u Gospiću još i gotovo sve polusunčane. Na srednjem i južnom Jadranu, dakle, dominiraju dani s mnogo sunca, dok u zaleđu i na sjevernom Jadranu ima dosta i onih poluoblačnih.

Slike 6 i 7 pokazuju da se u koordinatnom sustavu (x_1, P_1) u jednom mjesecu meteorološke postaje grupiraju, uglavnom, oko jednog pravca. Približno isto vrijedi i za sustav $(- (100 - x_2), P_2)$. Zato duljine radijvektora točaka na takvoj slici mogu biti zajednička mjera za apscisu i ordinatu svake točke. Ispitali smo korelaciju između radijvektora i položaja meteoroloških postaja definirano kao u pogl. 5.1. Rezultati su prikazani u tabl. 6. Koeficijenti značajni na razini $\alpha = 0,05$ su potcrtani.

Vidi se da vjerojatne vrijednosti relativnog trajanja insolacije ne ovise toliko o samoj udaljenosti od mora, koliko o kombinaciji te udaljenosti i geografske širine.

Nesunčani dani su od ožujka do svibnja najznačajniji u sjevernoj unutrašnjosti. Koeficijent korelacije je osobito velik u ožujku, vjerojatno zbog magle, koja u to vrijeme skraćuje insolaciju na kopnu, dok je na moru uglavnom nema. Sunčani dani su u ožujku i travnju najvjerojatniji na južnijim postajama, uz more. Za razliku od kvartila horizontalna raspodjela normalnih vrijednosti trajanja insolacije u Hrvatskoj nije ovisna o udaljenosti od mora i geografskoj širini u svibnju i lipnju.

Tablica 6. Koeficijenti korelacije između duljine radijvektora točke (x_1, P_1) odnosno $(-(100-x_2), P_2)$ i položaja meteorološke postaje (a – s obzirom na udaljenost od Jadrana, b – s obzirom na redni broj postaje iz tabl. 1)

Table 6. Correlation coefficients between the magnitude of the radius vector of the point (x_1, P_1) or $(-(100-x_2), P_2)$ and the location of the meteorological station (a – with regard to the distance from the Adriatic, b – with regard to the number of the station given in Tab. 1)

		Mjeseci – Months			
		III M	IV A	V M	VI J
(x_1, P_1)	a	0,76	0,56	0,62	0,52
$(-(100-x_2), P_2)$		-0,50	-0,46	-0,45	0,13
(x_1, P_1)	b	0,92	0,74	0,79	0,56
$(-(100-x_2), P_2)$		-0,70	-0,69	-0,56	0,22

5.3. Srednje mjesečne vrijednosti naoblake

Mjesečni srednjaci naoblake imaju, pored prije spomenutih nedostataka, i veliku prednost u tome što su poznati u gustoj mreži točaka. Pregledom godišnjih hodova naoblake na 131 postaji može se ustanoviti slijedeće:

– Unutrašnjost Istre i Kvarnersko područje imaju izrazito povećanje srednje naoblake od veljače na ožujak.

– U travnju je na većem dijelu obale i u nekim mjestima unutrašnjosti srednja naoblaka veća nego u ožujku.

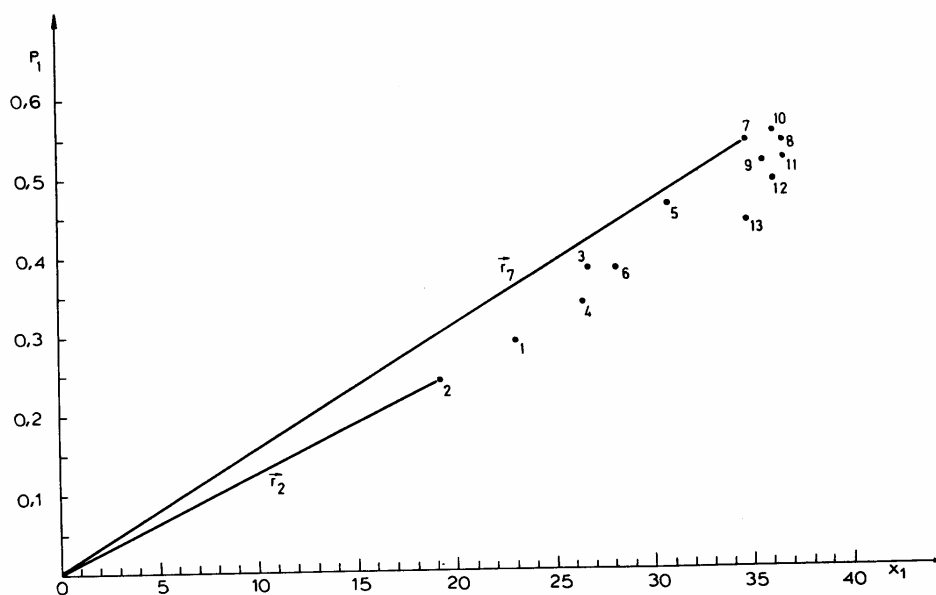
– Svibanj je svagdje u prosjeku vedriji od travnja.

– U lipnju je u neravnom dijelu unutrašnjosti razvedranje uglavnom usporeno, a na sjevernoj strani gora i zaustavljeno. Na Jadranu i u slavonskoj ravnici te pojave nema.

Jasno je, da se iste činjenice trebaju odraziti i u godišnjim hodovima srednjaka i medijana relativnog trajanja insolacije, što su potvrdili podaci za Opatiju, Split, Osijek i Zagreb (Penzar, Penzar 1984a).

Dakako, da mjesečni srednjaci ne mogu dati dublji uvid u oblik omeđene U ili J razdiobe, i jednaka vrijednost srednjaka ne znači da je i struktura razdiobe čestina ili vjerojatnosti također jednaka. Jedan primjer za to pruža Split u ožujku i travnju (tabl. 4). Srednja naoblaka jednaka je u oba mjeseca. Međutim, površine P i njihove

granice x pokazuju da su u travnju dani s malo sunca izgubili na važnosti na račun polusunčanih dana. Samo u desnom dijelu razdiobe nije se dogodila nikakva promjena od ožujka na travanj, što se vidi iz nepromijenjenog gornjeg kvartila.



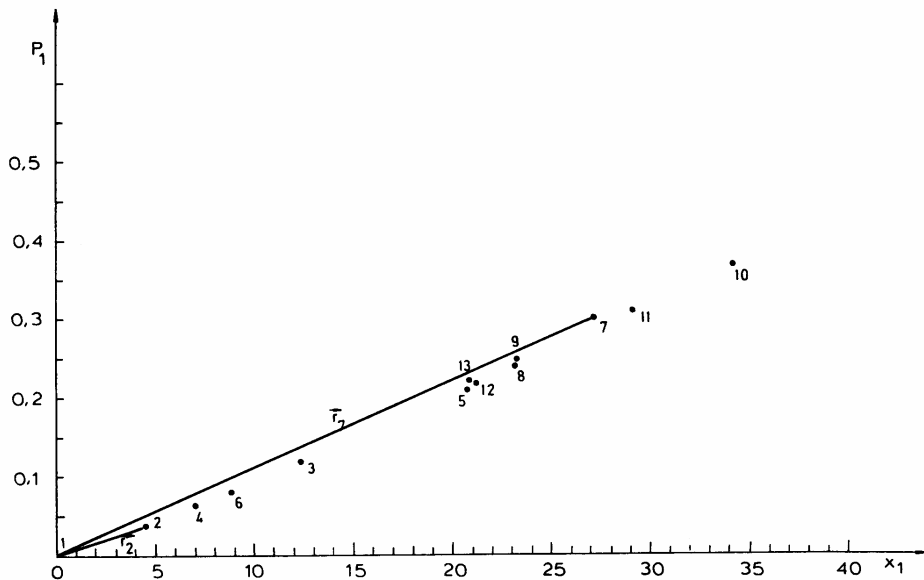
Slika 6. Karakteristike dnevnog relativnog trajanja insolacije u ožujku s obzirom na vjerojatnost P_1 i pripadnu granicu x_1 . Brojevi označuju meteorološke postaje kao u tabl. 1.

Figure 6. Characteristics of daily relative sunshine duration in March regarding to the probability P_1 and the corresponding x_1 value. Stations are indicated by the numbers as in Tab. 1.

6. Uzroci nesunčanog vremena

Geografski položaj Hrvatske je takav da postoje bar četiri osnovna uzroka termodinamički povoljnih uvjeta za razvoj naoblake i time za skraćenje insolacije u proljeće.

Jedno je utjecaj kopna dok je hladno, a očituje se u magli ili niskim slojevitim oblacima koji zastiru sunce u kopnenim krajevima, a nastali su radijacijskim ohlađivanjem pri slabom gradijentu tlaka. Pojava je karakteristična za zimu, ali je ima još i u ožujku. Dok zimi tako nastaju dani bez sunca, u ožujku će to biti polusunčani dani ili dani s malo sunca, jer se magla prije podne razbija. (Penzar 1977, pogl. 5.7, Rep. hidromet. zavod 1971, tabl. 34.).



Slika 7. Karakteristike dnevnog relativnog trajanja insolacije u svibnju s obzirom na vjerojatnost P_1 i pripadnu granicu x_1 . Brojevi označuju meteorološke postaje kao u tab. 1.

Figure 7. Characteristics of daily relative sunshine duration in May regarding to the probability P_1 and the corresponding x_1 value. Stations are indicated by the numbers as in Tab. 1.

Drugo je utjecaj Sredozemnog mora koje u hladnom dijelu godine predstavlja relativno toplo područje pogodno za razvoj i zadržavanje ciklona. Svaka ciklona konvergencijom i dizanjem zraka stvara, više ili manje, oblačno vrijeme u radijusu od stotinjak kilometara, ili na jednom mjestu u trajanju od dva ili tri dana. To su dani bez sunca ili s malo sunca bliže centru ciklone, a polusunčani dani dalje od njega. Poznato je da se usred zime, u prosincu i siječnju, sredozemne ciklone obično ne približuju evropskom kopnu, kad tamo vlada visoki tlak sve do Dinarida, pa i one iz Denovskog zaljeva odlaze Tirenskim morem prema jugoistoku, tako da u Hrvatskoj imaju najjači utjecaj na južnim otocima. Već je Goldberg (1942) istaknuo da je ciklonska staza duž osi Jadrana na jugoistok frekventnija krajem zime. Tijekom proljeća, kako kopno postaje toplije, a more relativno hladnije, mnoge sredozemne ciklone najprije s Jadrana skreću na kopno i prolaze upravo preko naših krajeva prema sjeveroistoku ili istoku, a zatim ciklonska aktivnost na Sredozemlju jenjava, da bi ljeti uglavnom nestala. (Furlan 1977, str. 191; Penzar 1971; Penzar i Penzar 1981, tabl. 4; Radinović i Lalić 1959, tabl. 16, 17, 24, 25; Wallèn 1970, Fig. 5, 6.)

Treći važni izvor naoblake u Hrvatskoj su atmosferski poremećaji koji dolaze s Atlantika preko zapadne i srednje Evrope. To mogu biti ciklone klasičnog oblika ili

fronte povezane s ciklonama u većim geografskim širinama. Bliže ljetu sve je manje ciklona, a više hladnih fronta (Penzar i Penzar 1981, tabl. 4). Oblaci vertikalnog razvoja koji prate prodor svježeg zraka ne pokrivaju veliki dio neba i putuju s frontom razvijajući se i nestajući u skladu s mikrofizičkim procesima u nestabilnoj zračnoj masi, tako da na pojedinom mjestu izazivaju prekide u insolaciji, ali ne zastiru sunce dugotrajno. Zato se oko hladne fronte i iza nje mogu očekivati polusunčani dani, pa čak i dani s mnogo sunca.

Napokon četvrti važni faktor povećava naoblaku izazvanu statičkim ili dinamičkim ohlađivanjem zraka, produljuje joj trajanje, a u posebnim prilikama može proizvesti oblake gdje ih ne bi bilo. To je orografija koja potpomaže i pojačava dizanje zračne struje, a u mirnim i hladnim situacijama sprečava razbijanje prizemnih inverzija. Veliki dio Hrvatske je pod utjecajem bregova, gora i planina koje se tu nalaze, a zapadni krajevi podliježu i djelovanju susjednog alpskog masiva. Posebno, kad se fronta više dana zadrži na Alpama, uz istočne se obronke toga gorja javlja i traje široki oblačni pojas u južnoj predfrontalnoj zračnoj struji koja je prisiljena na dizanje (Penzar, Penzar 1984b). Čini se, da su od utjecaja orografije na naoblaku u Hrvatskoj slobodni jedino južni vanjski otoci i istočna kopnena nizina.

Od pojava koje skraćuju insolaciju u proljeće na manjim područjima spomenimo još maglu uz zapadnu obalu Istre pri advekciji toplog zraka nad hladnim morem i noću zraka u gradovima i industrijskim centrima, osobito kad je vjetar slab.

Relativno jednostavna atmosferska poremećenja mogu se – često pod utjecajem orografije – kombinirati i transformirati u zamršene sustave u kojima uzlazno strujanje podržava oblake i pojačava oborinu. Takvi kvazistacionarni sustavi odgovorni su za oblačno vrijeme koje traje više dana. Pokazalo se da su u proljeće u Hrvatskoj dulja oblačna razdoblja najčešća u zapadnom gorovitom predjelu najbližem Alpama (Penzar, Penzar 1984b).

7. Zaključak

Vrlo pojednostavljeno mogao bi se proljetni režim sunčanosti u Hrvatskoj u posljednjih dvadesetak godina prikazati i objasniti ovako:

Ponovo povećanje naoblake nakon zimskog maksimuma javlja se u ožujku, uglavnom, samo u Istri i Kvarneru, a u travnju nastupa na većem dijelu obale i u nekim krajevima unutrašnjosti. U skladu s Goldbergom treba ga pripisati skretanju staza sredozemnih ciklona na Jadran, a zatim i na kopno. U ovom dijelu Hrvatske, gdje je dizanje zraka na prednjoj strani tih ciklona najviše pojačano orografijom, javlja se u travnju i sekundarni maksimum količine oborine (Penzar, Penzar 1979/80 i 1981). Vjerojatnost za sunčane dane u ožujku i travnju povećava se prema južnom Jadranu.

U svibnju ciklogenetički utjecaj Sredozemlja slabi, pa se uvjeti za insolaciju po pravljaju nad cijelom Hrvatskom.

Glavne pojave koje uvjetuju naoblaku u Hrvatskoj počinju se u lipnju kocentrirati na unutrašnjost, a izostaju na Jadranu. Radi se o postupnom prijelazu na ljetnu situaciju

i premještanju ciklonskih staza prema sjeveru. Ciklone na prolazu kroz srednju Evropu povećavaju naoblaku u sjevernoj Hrvatskoj, a prodori svježeg zraka sve teže dopiru do Jadrana. Posljedica je ubrzano razvedranje na Jadranu, a usporeno ili zaustavljeno razvedranje u neravnom dijelu unutrašnjosti, osobito na sjevernoj strani Bilogore, Papuka i drugih gora. To se jasno vidi na godišnjim hodovima naoblake iz usporedbe svibnja i lipnja. Provedena analiza relativnog trajanja insolacije pokazuje da se broj pretežno i potpuno sunčanih dana povećava u lipnju na srednjem i južnom Jadranu osobito jako, a u neravnoj sjevernoj unutrašnjosti osobito slabo.

Iz svega slijedi da u sadašnjoj klimi deformaciju godišnjeg hoda naoblake, tj. smanjenje sunčanosti u proljeće ne bi trebalo smatrati jedinstvenom pojavom za cijelu Hrvatsku od ožujka do lipnja. U ožujku i travnju ona se može nazvati učinkom mora, ako pod tim mislimo, kao Goldberg, učinak sredozemnih ciklona. No u tim mjesecima deformacija u južnoj Dalmaciji ne postoji, jer su se ciklonske staze otklonile od tog kraja pa tamo vrijeme postaje sunčanije. U lipnju, naprotiv, poremećaji koji uzrokuju deformaciju dolaze s kopna i djeluju u unutrašnjosti Hrvatske. I oni s mora i ovi s kopna imaju najjači učinak gdje je dizanje zraka najjače, tj. ispred gora i planina i na njihovoj navjetrinskoj strani. No na početku proljeća to nije ista strana kao na prijelazu iz proljeća u ljeto.

Zahvala

Ovo je istraživanje rađeno u Geofizičkom zavodu u okviru znanstveno-istraživačkog zadatka istraživanja atmosfere unutar projekta 42 financiranog preko SIZ-a III. Osnovne podatke o naoblaci i trajanju insolacije iz mreže meteoroloških postaja uslužno smo dobili na raspolaganje od Republičkog hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske. Dio programa za numeričku obradu izradio je student Ivo Penzar, crteže je pripremio viši tehničar Zlatko Matica. Svim navedenim ustanovama i pojedincima toplo se zahvaljujemo na pomći.

Literatura

Friedemann J. (1912): Bewölkung und Sonnenschein des Mittelmeergebietes, Archiv der Deutschen Seewarte, 35, Nr. 2, 1–96.

Furlan D. (1977): The Climate of Southeast Europe, u Wallèn (ed.) Climates of Central and Southern Europe, u Landsberg (ed.) World Survey of Climatology, Vol. 6, Elsevier Publ. Co., Amsterdam, 185–236.

Goldberg J. (1931): Godišnji i dnevni period oblačnosti u Zagrebu, Rad Jugosl. akademije znanosti i umjetnosti, 241, 1–64.

Goldberg (Letnik) J. (1942): Naoblaka i sisanje sunca, u Škreb i sur. Klima Hrvatske (iz Zemljopisa Hrvatske), Matica Hrvatska i Geofizički zavod, Zagreb, pp. 90–104.

- Kalbfleisch J. G. (1979): *Probability and Statistical Inference II*, Springer Verlag, New York, 316 pp.
- Penzar B. (1971): *Pression et courants atmosphériques au-dessus de l'Adriatique et de la partie voisine du continent pendant l'été*, *Időjárás* 75, 1–2, 8–14.
- Penzar B. (1977): *Značajne meteorološke pojave*, u Makjanić, Penzar, Penzar, *Prilog poznavanju klime grada Zagreba*, I, *Radovi Geofizičkog zavoda*, 18, 99–121.
- Penzar B. i I. Penzar (1979/80): *O položaju i uzrocima ekstrema u godišnjem hodu oborine u Hrvatskoj*, I, *Geografski glasnik* 41/42, 27–48.
- Penzar B. i I. Penzar (1981): *O položaju i uzrocima ekstrema u godišnjem hodu oborine u Hrvatskoj*, II, *Geografski glasnik* 43, 27–49.
- Penzar I. i B. Penzar (1984a): *Features of Sunshine Duration in Croatia Determined by Means of Distribution Functions*, *Időjárás* 88, 193–201.
- Penzar I. i B. Penzar (1984b): *On the Existence and the Origins of the Spring Deficit of Sunshine Duration in the Western Part of Croatia*, *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova* 10, 311–314.
- Poje D. i sur. (1983): *Meteorološki parametri potrebni za iskorištavanje Sunčeve energije u SR Hrvatskoj*, Dio II: *Naoblaka i modificirana insolacija*, *Posebna studija*, Rep. hidromet. zavod, Zagreb.
- Poje D. i sur. (1984): *Osnovne karakteristike naoblake i insolacije na području SR Hrvatske*, *Rasprave* 20 – u tisku.
- Rep. hidrometeorološki zavod SRH (1971): *Klimatski podaci SR Hrvatske*, *Grada za klimu Hrvatske*, Ser. II, br. 5, Zagreb, 127 pp.
- Radinović Đ. i D. Lalić (1959): *Ciklonska aktivnost u zapadnom Sredozemlju*, *Rasprave i studije Saveznog hidrometeorološkog zavoda* I, 57 pp.
- Wallén C. C. (1970): *Introduction u Wallén (ed.) Climates of Northern and Western Europe*, u Landsberg (ed.) *World Survey of Climatology*, Vol. 5, Elsevier Publ. Co., Amsterdam, 1–21.