

ANALIZA MJESČNIH VRIJEDNOSTI OSUNČAVANJA U HRVATSKOJ

Analysys of monthly values of insolation duration in Croatia

MERIE M ZITOUNI

Državni hidrometeorološki zavod
Grič 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

Primljeno 20. listopada 1996, u konačnom obliku 15. prosinca 1996.

Sažetak — U ovom radu promatraju se mjesečne vrijednosti osunčavanja na postaji Zagreb Grič i na još 12 postaja u drugim dijelovima Hrvatske. Za nizove se prvo razmatra jesu li homogeni, i to pomoću matematičke statistike. Homogenost se razmatra u najjednostavnijem obliku, što podrazumijeva da je niz jednostavno slučajan. Jednostavna slučajnost niza definira se pomoću nezavisnosti i stabilnosti distribucije elemenata niza, a nezavisnost i stabilnost distribucije elemenata niza dokazuje se pomoću testiranja slučajnosti s obzirom na korelaciju i tendenciju. Nakon toga testiraju se tri razdiobe (normalna, log normalna i gama - razdioba) kako bi se vidjelo koja od njih najbolje opisuje nizove. Niti jedna od te tri razdiobe nije na svim postajama odbijena, ali niti prihvaćena. Za postaju Zagreb Grič dobije se testiranjem gama - razdioba, a za ostale postaje normalna razdioba.

Cljučne riječi: osunčavanje, Hrvatska

Abstract — In this work the monthly values of insolation at Zagreb Grič station and at 12 other stations in Croatia are examined. First, it is considered if the series are homogenous in terms of mathematical statistics. Homogeneity is considered in its simplest form, i.e. assuming simple randomness. Simple randomness is defined by the independence and stability of distribution. The independence and stability of distribution are tested by two tests for randomness, the first one against serial correlation and the second one against trend. Then, three distributions are tested (normal, log-normal and gamma distribution) to see which one best represents the data. None of these three distributions has been completely rejected or completely accepted at all stations. For the Zagreb Grič station most suitable is the gamma distribution. While the normal distribution is most suitable for all other stations.

Key words: insolation, Croatia

1. UVOD

Trajanje sijanja sunca ili osunčavanje jest vrijeme u kojem je neko mjesto na Zemlji obasjano, tj. u kojem do nezaštićene plohe dolazi izravno zračenje. Osunčavanje se iskazuje jedinicom vremena.

Sunčevo zračenje uvijek obasjava polovicu Zemlje, dok je druga polovica u sjeni. Ali dok linija koja dijeli obasjanu polovicu u bilo kojem času raspolavlja ekvator, ona samo dva puta na godinu, u ekvinocijima, prolazi kroz polove. Posljedica toga jest da jedino na ekvatoru svijetli dio dana, a

isto tako i noć, traje po 12 sati. Na drugim širinama duljina dana i noći mijenja se kroz godinu tim jače što je veća udaljenost od ekvatora.

Kada se govori o osunčavanju, može se razlikovati:

- moguće trajanje osunčavanja,
- stvarno trajanje osunčavanja,
- relativno trajanje osunčavanja.

Moguće trajanje osunčavanja jest stvarno trajanje svijetlog dijela dana ili vremenski razmak od izlaska do zalaska Sunca. Ono se može izračunati za svako mjesto na Zemlji na jednostavniji ili

složeniji način, već prema tome uvažavamo li atmosfersku refrakciju svjetlosti ili ne (I. Penzar, 1977).

Stvarno trajanje za razliku od mogućeg trajanja insolacije može se dobiti pomoću instrumenta. Takvo trajanje govori nam o otvorenosti vidljivog horizonta, o duljini vidljivog dijela dana i o nao-blaci (I. Penzar, 1977).

Relativno trajanje jest kvocijent stvarnog i mogućeg trajanja sijanja Sunca izražen u postoci-ma (I. Penzar, 1977).

Ono što će se ovdje razmatrati jest stvarno tra-janje sijanja Sunca na području Hrvatske. Nizovi su mjesečni iznosi osunčavanja na 13 različitih postaja. Želi se vidjeti koja od kontinuiranih sta-tističkih razdioba najbolje opisuje te nizove. Prvo se za nizove provjerava jesu li homogeni, a zatim se traži odgovarajuća razdioba i povratni period za tu odgovarajuću razdiobu.

Prema našim saznanjima, to je prvi takav način razmatranja osunčavanja u Hrvatskoj, a ono je provedeno prema ideji R. Sneyersa i M. Vandiepenbeeck (1982).

2. METODE ANALIZE

2.1. Ispitivanje homogenosti

Prvi nužan korak u analizi vremenskog niza kli-matoloških podataka jest ispitivanje homogenosti.

Definicija homogenosti u terminima matema-tičke statistike omogućava da se statistički testovi upotrebljavaju za dokazivanje homogenosti. Homogenost se može razmatrati u najjednostavni-jem obliku, što podrazumjeva da je niz jednos-tavno slučajan (R. Sneyers).

Jednostavno slučajan niz definira se pomoću nezavisnosti i stabilnosti distribucije elemenata niza, a nezavisnost i stabilnost distribucije eleme-nata niza dokazuju se pomoću testiranja slučajnosti s obzirom na korelaciju i tendenciju (R. Sneyer).

U praksi može se birati primjena parametarskih testova ili neparametarskih testova. Neparametar-ski testovi jesu oni kojima je nebitna osnovna raspodjela elemenata niza. Ovdje u članku se upotrebljavaju neparametarski testovi zbog toga što kod parametarskih testova može doći do odbacivanja nulhipoteze zbog pogrešnih razloga.

Nulhipoteza je u ovom slučaju ta da su podaci iz iste populacije i da su međusobno nezavisni, odnosno da je niz jednostavno slučajan (R. Sneyer, 1992).

a) Test korelacije

Nezavisnost elemenata vremenskog niza testira se pomoću testa korelacije. Za tu svrhu uzet će se neparametarski Wald-Wolfowitzov test.

Ako uzmemo da je x_i ($i=1..n$) modificirani niz tako da vrijedi da je suma svih x_i jednaka nuli, var-ijabla koja može verificirati nulhipotezu jest:

$$R = \sum x_i x_{i+1} \quad (1)$$

Distribucija takve varijable jest aproksimativno normalna, a srednjak i varijanca dani su izrazom

$$E(R) = \frac{-S}{(n-1)} \quad i \quad var(R) = \frac{S^2}{(n-1)} \quad (2)$$

gdje je $S = \sum x_i^2$.

Ako R zamijenimo varijablom r

$$r = \frac{R}{S} \quad (3)$$

koja je autokorelacioni koeficijent prvog reda niza, test postaje odgovarajući parametarski test što ga je razvio Anderson (1942). Također, za r vri-jedi

$$E(r) = \frac{-1}{(n-1)} \quad i \quad var \quad r = \frac{-1}{(n-1)} \quad (4)$$

Oba ta testa imaju jednaku snagu.

b) Test tendencije

Stabilnost distribucije elemenata niza testira se pomoću testa tendencije. Alternativa nulhipoteze jest postojanje trenda.

Ovdje se uzima Mannov test.

Ako za svaki element niza x_i treba naći n_i , broj koji govori koliko imamo elemenata manjih od njega (samo se promatraju oni koji su ispred njega, gledano kronološki), statistički parametar definiran je kao

$$t = \sum n_i \quad (5)$$

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \text{ i } \text{var } t = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (6)$$

Za jedan i drugi test mora se naći $u(R)$, odnosno $u(t)$, za koji vrijedi

$$u(x) = \frac{[x - E(x)]}{\text{var } x} \quad (7)$$

Test korelacije jest unilateralan test s kritičnom vrijednosti 2.63, a test tendencije bilateralan s kritičnim vrijednostima ± 2.86 na nivou signifikantnosti 0.05.

2.2. Statističke razdiobe

Sljedeći korak kod obrade uzorka jest taj da se procijeni koja od teorijskih razdioba najbolje opisuje uzorak. S obzirom na to da se ovdje radi o trajanju osunčavanja, što je kontinuirana varijabla, razdiobe koje će se razmatrati jesu normalna razdioba, log normalna razdioba i gama-razdioba. Kao test koji će nam pokazati koja od tih razdioba najbolje opisuje uzorak, uzima se modificirani Fisherov test.

a) Normalna razdioba

Kontinuirana slučajna varijabla x koja je razdijeljena po zakonu normalne razdiobe, ima funkciju gustoće vjerojatnosti

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (8)$$

To je dvoparameterska gustoća, gdje m znači očekivanu vrijednost ili srednjak slučajne varijable, a σ^2 njenu varijancu.

b) Log normalan razdioba

Funkcija gustoće vjerojatnosti kod log normalne razdiobe jest

$$f(y) = \frac{1}{\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2} \quad (9)$$

U tom slučaju vrijedi transformacija $y = \ln x$.

c) Gama-razdioba

Gama-razdioba dana je funkcijom gustoće vjerojatnosti u obliku

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad (10)$$

gdje su parametri α i β dani izrazima

$$\alpha = \frac{1 + \sqrt{1 + \frac{3}{4}A}}{4A} \text{ i } \beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (11)$$

gdje je $A = \ln \bar{x} - \frac{\sum \ln x_i}{N}$

d) Fisherov test

Kao test slaganja koristi se Fisherov test.

Ako se uzme k nezavisnih nizova i ako se za svaki niz izračuna α_i ($i=1..k$), gdje je α_i vrijednost razdiobe za neki podatak (min, max), onda veličina X koja je definirana prema relaciji

$$X = -2 \sum \log(\alpha_i) \quad (12)$$

podliježe χ^2 -razdiobi s $2k$ stupnjeva slobode.

e) Povratni period

Važan pojam za rijetke događaje u vremenskom nizu podataka jest i povratni period. To je srednji razmak između dva uzastopna nastupa nekog događaja, a određuje se kao recipročna vrijednost relativne čestine ili vjerojatnosti.

Za kontinuiranu slučajnu varijablu, kada je vjerojatnost izražena pomoću $F(x)$, povratni period za x jest

$$\text{za maksimum } T(x) = \frac{1}{1 - F(x)} \quad (13)$$

$$\text{za minimum } T(x) = \frac{1}{F(x)} \quad (14)$$

3. PODACI I REZULTATI

Analiza podataka osunčavanja provedena je na 13 postaja po cijeloj Hrvatskoj. Samo na postaji Zagreb Grič postoje dva niza. Jedan je niz dobiven Campbell-Stokesovim heliografom, dok je drugi niz dobiven Jordanovim heliografom. Popis ostalih

postaja i duljina njihovih nizova može se vidjeti u tabeli 1.

Za sve nizove podataka provjerava se jesu li oni homogeni. Za to se koriste testovi korelacije i tendencije. Varijable tih statističkih testova $u(\rho)$ i $u(t)$ navedene su u tabeli 2.

Iz tabele 2 može se vidjeti da postoje nizovi kojima $u(r)$ i $u(t)$ nije unutar intervala slaganja. Za $u(\rho)$ to su nizovi Zagreb Grič (Jordan) za kolovoz i Gospić za siječanj, a za $u(t)$ to su nizovi Zagreb Grič (Jordan) za lipanj i kolovoz, Osijek za lipanj, Rijeka za studeni, Sinj za studeni i prosinac, Split za prosinac i Zavižan za prosinac.

Tabela 1. Popis meteoroloških postaja čiji se podaci promatraju, godina početka mjerenja, zadnju godinu mjerenja te ukupni broj godina koje se razmatraju.

(J)-podaci Jordanovog heliografa, ostli podaci su dobiveni Campbell-Stokesovim heliografom.

Table 1. List of the meteorological stions observed, beginning of observation, end of observation and total number of years under examination

(J)-Jordan heliograph data, all other data are Campbell-Stokes heliograph data.

Site Mjesto	beginning početak m.	end kraj m.	years with missing data godine čiji podaci nedostaju	total year god. mjerenja
Gospić	1958	1992		35
Karlovac	1958	1988		31
Osijek	1958	1990		33
Pula	1963	1992	1978,1979,1980	27
Rijeka	1955	1991		37
Senj	1959	1992		34
Sinj	1958	1992	1967	34
Sisak	1958	1990	1988,1989	31
S. Brod	1963	1990	1968,1969	26
Split	1953	1992		40
Šibenik	1961	1992		32
Zavižan	1955	1992	1961	37
Zagreb-Grič (J)	1889	1990	1905,1921	100
Zagreb-Grič	1937	1994		58

Tabela 2. Parametri $u(\rho)$ i $u(t)$ za provjeru autokorelacije i trenda po mjesecima i postajama

Table 2. $u(\rho)$ and $u(t)$ parameters for testing autocorrelation and trend by months and by stations.

postaja (station)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gospić	$u(\rho)$	2,72	-0,08	-0,21	-1,90	-2,45	0,71	-0,27	1,70	0,29	-0,78	0,31	0,08
	$u(t)$	1,16	1,01	1,53	-0,82	-0,62	-1,24	0,62	0,41	0,92	-0,57	1,24	1,95
Karlovac	$u(\rho)$	0,59	-1,08	-0,65	-1,67	-2,79	1,62	0,15	1,73	0,58	-0,12	0,15	0,26
	$u(t)$	-1,68	-0,97	1,24	0,48	-0,08	-0,99	-0,53	-1,65	0,15	-1,41	-0,46	0,82
Osijek	$u(\rho)$	-0,77	0,83	-1,36	-1,12	-0,72	1,46	1,10	1,25	0,41	0,79	0,37	0,75
	$u(t)$	-1,55	-0,71	1,64	-0,02	-1,98	-3,41	-4,76	-2,09	0,46	1,24	1,46	1,38

Tabela 2. Nastavak.

Table 2. Continue.

postaja (station)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pula	u(p)	0,03	0,28	0,29	0,24	0,08	0,30	-0,84	0,89	1,09	-1,45	0,65	0,06
	u(t)	1,30	0,90	1,08	0,33	0,42	-0,73	0,07	2,51	1,63	-1,04	1,81	2,67
Rijeka	u(p)	1,18	-0,66	0,33	-0,18	0,28	0,52	0,43	0,41	-0,45	-0,42	0,11	0,21
	u(t)	1,36	1,65	1,40	0,21	-0,52	0,97	1,62	1,52	-0,29	-0,18	3,28	2,52
Senj	u(p)	0,89	1,14	-0,96	0,03	-0,01	0,38	0,50	1,60	-0,51	-1,20	1,03	0,21
	u(t)	0,99	0,49	0,68	-0,93	-0,44	-1,56	-0,04	1,29	0,67	-1,36	2,49	2,15
Sinj	u(p)	1,58	0,24	-0,92	-1,07	0,22	-0,52	0,05	1,45	-0,72	0,37	1,78	0,13
	u(t)	1,20	0,79	0,96	-0,43	-0,73	-0,09	0,71	0,58	1,38	0,67	3,50	3,45
Sisak	u(p)	0,14	-0,23	-0,17	-2,09	0,26	0,87	-1,38	1,29	-0,37	0,49	1,13	-0,26
	u(t)	0,07	-0,19	1,05	-0,49	0,63	-0,87	0,05	-0,10	0,65	-1,19	-0,41	-0,05
S, Brod	u(p)	-0,81	0,20	1,03	-2,02	0,19	1,18	-0,54	0,65	0,50	0,49	-0,81	0,17
	u(t)	0,24	-1,70	-0,33	-0,60	-0,90	-2,49	-0,73	0,07	-0,20	-0,55	-0,82	0,57
Split	u(p)	1,99	1,31	0,21	-1,99	0,01	0,28	-0,56	0,67	-0,55	-0,89	1,55	0,23
	u(t)	0,73	0,91	-0,14	-0,37	0,09	-0,97	-1,50	-0,31	0,37	-1,06	1,98	3,40
Šibenik	u(p)	1,33	1,80	0,29	-0,90	0,09	0,20	0,34	-0,01	-1,38	-0,10	1,60	-0,81
	u(t)	0,63	0,10	-0,62	-1,44	-0,97	-1,33	-0,18	0,71	0,36	-1,85	2,01	2,59
Zavižan	u(p)	1,28	-0,09	0,63	-1,39	-0,01	-0,05	1,05	0,96	-0,27	-0,31	0,26	0,16
	u(t)	1,94	2,25	2,56	0,48	0,39	2,01	2,03	2,14	2,13	-0,08	2,72	3,48
Zagreb-Grič(J)	u(p)	0,32	-0,52	-0,75	0,04	-0,66	2,40	2,50	2,66	-0,20	-0,09	-0,59	1,35
	u(t)	-1,27	-2,29	-1,49	-0,34	-0,82	-3,83	-2,31	-3,42	-1,07	0,41	-0,98	0,34
Zagreb-Grič	u(p)	0,87	0,10	-0,75	0,96	-2,03	0,99	0,59	1,56	0,93	0,19	0,32	-0,02
	u(t)	0,92	0,67	0,73	-1,73	1,14	-0,83	-0,28	-0,68	-0,22	-0,28	1,55	1,24

Sljedeći je korak računanje parametara za svaku razdiobu i za svaku postaju. Ono što nas zanima jest koja od razdioba najbolje opisuje niz podataka. Za svaku postaju i za svaki mjesec računaju se sljedeći parametri: μ , σ , $\mu(\ln)$, $\sigma(\ln)$, α , β , $x_{\min}$ i $x_{\max}$. Varijable $x_{\min}$ i $x_{\max}$ jesu najmanja i najveća vrijednost za određeni mjesec. Te vrijednosti za postaju Zagreb Grič za oba niza mogu se vidjeti u tabeli 3 i tabeli 4. Sada se određene razdiobe mogu testirati. Za svaku se razdiobu nađe njena vrijednost za $x_{\min}$ i $x_{\max}$ i onda se računa

$$X_1 = -2 \sum_{i=1}^{12} \ln(1 - F(x_{\min}))^i \quad (15)$$

$$X_2 = -2 \sum_{i=1}^{12} \ln(F(x_{\max}))^i \quad (16)$$

gdje je l duljina niza

X_1 i X_2 jesu vrijednosti koje podliježu χ^2 -razdiobi s 24 stupnja slobode. U tom bilateralnom testu na nivou signifikantnosti 0.05 kritične su vrijednosti 12.4 i 39.4. Vrijednosti X_1 i X_2 za sve postaje dane su u tabeli 5.

Iz tabele 5 može se vidjeti da niti jedna razdioba nije na svim postajama odbačena niti prihvaćena. Bez obzira na to uzima se da je gama-razdioba ta koja odgovara nizovima na postaji Zagreb Grič zato što je razlika između X_1 i X_2 manja za gama-razdiobu nego za normalnu razdiobu na mjestima gdje su obje odbačene.

Povezanost povratnih perioda i ekstremnih vrijednosti praktično je prikazati grafički, gdje je na ordinati linearna skala za ekstreme, a na apscisi skala za povratne periode. Na taj način može se lako pročitati kolik ekstrem pripada zadanom

Tabela 3. Statistički parametri za normalnu (rel. 8), log normalnu (rel.9) i gama-razdiobu (rel 10) te najmanja i najveća mjesečna vrijednost trajanja insolacije (sati) za svaki mjesec po Campbell-Stokesovom heliografu u Zagrebu za niz od 58 godina.

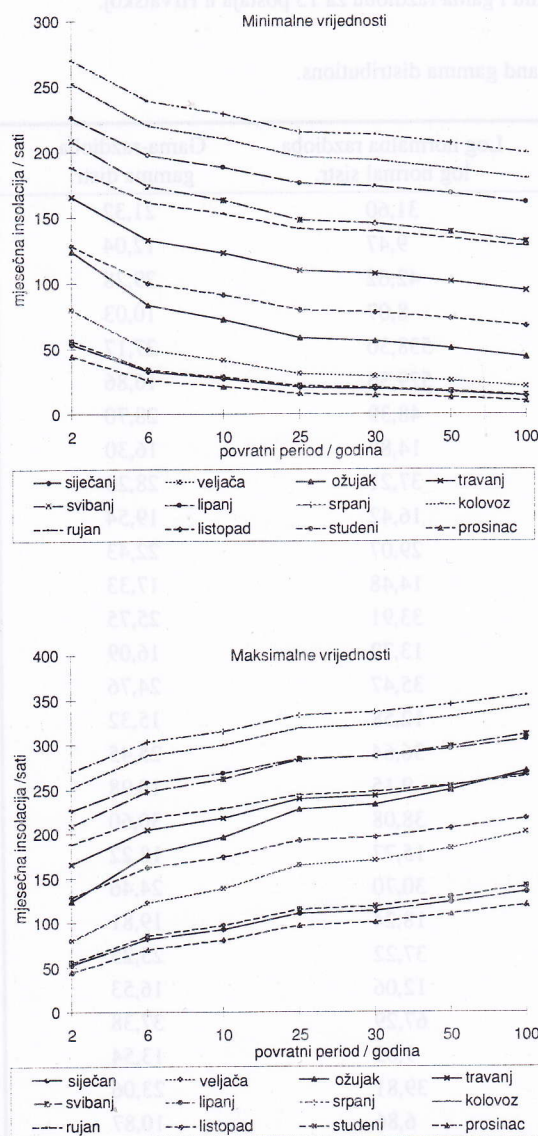
Table 3. Statistical parameters for normal (rel. 8), log-normal (rel. 9) and gama distributions (rel. 10) and the min, and max, values of insolation for each month over 58 years (Campbell-Stokes)

mjesec month	m	s	$\mu(\ln)$	$\sigma(\ln)$	α	β	$x_{\min}$	$x_{\max}$
Siječanj	57,52	25,12	3,94	0,50	4,82	11,92	10,4	128,9
Veljača	86,03	35,97	4,35	0,52	4,82	17,83	7,7	186,5
Ožujak	130,48	46,77	4,80	0,41	7,07	18,45	34,0	263,6
Travanj	168,82	36,62	5,10	0,23	20,47	8,25	84,7	262,5
Svibanj	207,13	45,35	5,29	0,35	12,79	16,20	22,7	295,2
Lipanj	227,49	31,40	5,42	0,14	53,45	4,26	160,8	316,7
Srpanj	271,53	33,38	5,60	0,13	64,94	4,18	194,3	353,6
Kolovoz	254,14	35,15	5,53	0,14	52,34	4,86	176,9	330,5
Rujan	189,89	29,98	5,23	0,16	41,52	4,57	136,9	258,4
Listopad	131,13	31,96	4,85	0,26	16,27	8,06	63,5	202,2
Studeni	60,91	25,92	4,01	0,49	5,09	11,96	14,1	139,7
Prosinac	48,65	23,29	3,76	0,53	4,12	11,82	9,5	102,7

Tabela 4. Statistički parametri za normalnu (rel. 8), log normalnu (rel 9) i gama-razdiobu (rel 10) te ekstremne vrijednosti osunčavanja (sati) po Jordanovom heliografu u Zagrebu na 100 godišnji niz,

Table 4. Statistical parameters for normal (rel. 8), log-normal (rel. 9) and gama distributions (rel. 10) and the min, and max, values of insolation for each month over 100 years (Jordan),

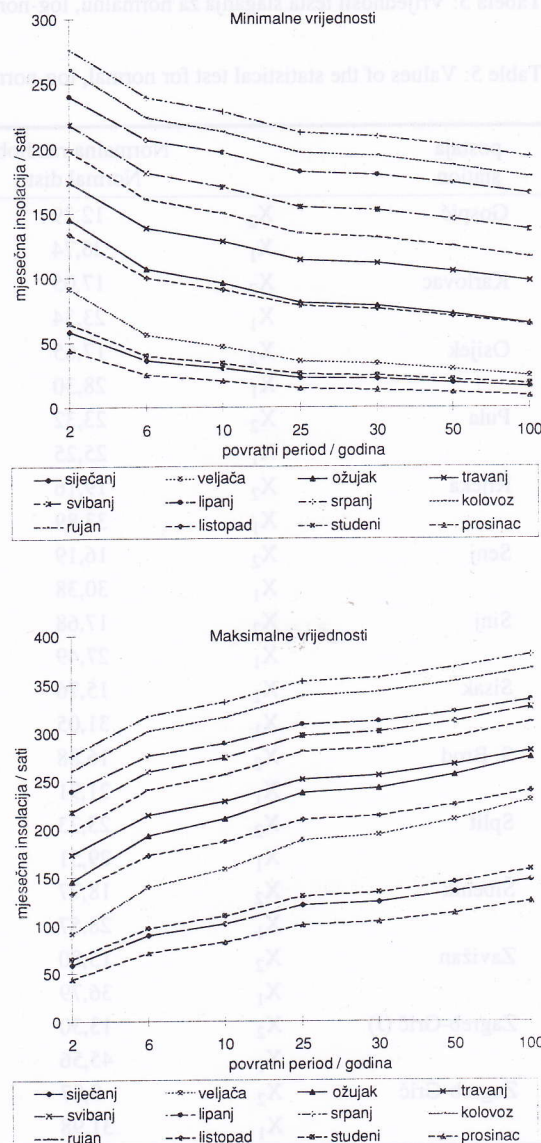
mjesec month	m	s	$\mu(\ln)$	$\sigma(\ln)$	α	β	$x_{\min}$	$x_{\max}$
Siječanj	63,30	27,91	4,04	0,49	4,92	12,87	13,2	147,3
Veljača	98,41	39,74	4,48	0,53	4,85	20,28	8,2	194,7
Ožujak	150,15	42,20	4,97	0,32	10,98	13,68	39,0	278,4
Travanj	176,63	38,26	5,15	0,23	19,84	8,90	69,5	276,9
Svibanj	220,72	40,54	5,38	0,19	29,30	7,53	137,2	336,8
Lipanj	241,65	36,68	5,48	0,15	44,38	5,44	166,2	329,1
Srpanj	278,75	39,73	5,62	0,15	47,45	5,87	171,1	388,4
Kolovoz	263,24	40,44	5,56	0,16	42,43	6,20	190,8	351,0
Rujan	201,12	39,78	5,28	0,22	22,96	8,76	66,0	292,2
Listopad	136,83	36,16	4,88	0,29	13,05	10,49	44,6	226,5
Studeni	69,10	29,50	4,14	0,47	5,19	13,32	14,2	146,3
Prosinac	48,71	24,39	3,75	0,56	3,74	13,01	9,2	123,4



Slika 1. Povratni periodi najvećih i najmanjih vrijednosti osunčavanja u Zagrebu za niz dobiven Campbell-Stokesovim heliografom.

Figure 1. Return periods for the min. and max. values of insolation in Zagreb. (Campbell-Stokes).

povratnom periodu i obratno. Takvi grafovi za minimalne i maksimalne vrijednosti mogu se vidjeti na slici 1 i slici 2 (podaci se odnose samo na dva niza s postaje Zagreb Grič i uzeta je gama-razdioba kao odgovarajuća). Iz grafova se može vid-



Slika 2. Povratni periodi najvećih i najmanjih vrijednosti osunčavanja u Zagrebu za niz dobiven Jordanovim heliografom.

Figure 2. Return periods for the min. and max. values of insolation in Zagreb. (Jordan).

jeti da ti ekstremi neće rasti u beskonačnost s porastom povratnog perioda, što znači da ti grafovi prikazuju realnu situaciju. Naime slučaj da ekstremi rastu s porastom povratnog perioda nije za meteorologiju realan.

Tabela 5: Vrijednosti testa slaganja za normalnu, log-normalnu i gama razdiobu za 13 postaja u Hrvatskoj.

Table 5: Values of the statistical test for normal, log-normal and gamma distributions.

postaja station		Normalna razdioba Normal distr.	Log normalna razdioba log normal distr.	Gama-razdioba gamma distr.
Gospić	X_2	12,29	31,60	21,32
	X_1	26,74	9,47	12,04
Karlovac	X_2	17,05	42,62	29,28
	X_1	23,34	8,07	10,03
Osijek	X_2	17,65	538,30	27,17
	X_1	28,30	529,36	16,86
Pula	X_2	23,32	48,39	28,70
	X_1	25,25	14,88	16,30
Rijeka	X_2	19,16	37,21	28,20
	X_1	33,89	16,42	19,54
Senj	X_2	16,19	29,07	22,43
	X_1	30,38	14,48	17,33
Sinj	X_2	17,68	33,91	25,75
	X_1	27,49	13,72	16,09
Sisak	X_2	15,76	35,47	24,76
	X_1	31,05	12,58	15,32
S, Brod	X_2	16,88	36,64	25,45
	X_1	21,91	9,15	10,98
Split	X_2	23,23	38,08	30,60
	X_1	29,51	15,77	18,22
Šibenik	X_2	18,77	30,70	24,46
	X_1	28,57	18,24	19,81
Zavižan	X_2	13,80	37,22	25,25
	X_1	36,79	12,06	16,53
Zagreb-Grič (J)	X_2	13,30	67,29	37,38
	X_1	45,56	9,05	13,54
Zagreb-Grič	X_2	9,87	39,81	23,06
	X_1	31,98	6,86	10,87

4. ZAKLJUČAK

Analiza prikazuje da promatrani mjesečni nizovi osunčavanja u Hrvatskoj ne zadovoljavaju u cjelini test korelacije (2 od njih 14x12) niti test tendencije (8 od njih 14x12). Zbog toga su tražene odgovarajuće razdiobe, kojima se pojedini nizovi mogu prikazati. Ustanovljeno je za postaju Zagreb Grič da je najbolja gama-razdioba, dok je za ostale postaje u Hrvatskoj najbolja normalna razdioba, jer ona nigdje nije odbačena. Tako prihvaćene razdiobe opisuju osunčavanje za cijelu godinu na određenoj postaji.

Međutim ako se pogleda pojedini mjesec za sebe

na određenoj postaji, odnosno ako se promatra parametar α , proizlazi da je primjerice na postaji Zagreb Grič on za zimske i jesenske mjesece malen ($\alpha < 15$), iz čega se može zaključiti da ti podaci mogu biti dobro opisani gama-razdiobom. Za ostale je mjesece a velik ($\alpha > 15$), što znači da se oni mogu aproksimirati normalnom razdiobom.

LITERATURA

Makjanić B., B. Penzar i I. Penzar, 1977: Prilog poznavanju klime grada Zagreba, I. Zagreb, 61-77 (Trajanje insolacije, I. Penzar, Geofizički zavod, Zagreb, 1977).

- Penzar B. i B. Makjanić, 1980: Osnovna statistička obrada podataka u klimatologiji.
- Penzar I. i B. Penzar, 1989: Agroklimatologija, Školska knjiga, Zagreb.
- Penzar I. i J. Juras, A. Marki, 1992: Long-term meteorological measurements at Zagreb: 1862-1990, Geofizika, Vol. 9, Suppl.
- Sneyers R. and M. Vandiepenbeeck, 1982: La dure'e d'insolation à Uccle et en Belgique, Publications du Service B No 118.
- Sneyers R., 1992: Meteorol. Zeitschrift, N.F. 1, 247-256.
- Sneyers R., 1995: Climate instability determination discussion of method and examples, 6IMSC, June 19-23. 1995, Galway, Ireland, pp. 547-550.
- Sneyers R., 1995: Climate instability determination, A review, Climate dynamics and the global change perspective, 17-20 October 1995, Cracow, Poland.
- Sneyers R., Data homogeneity of instrumental records (Draft Report and Investigation Proposal).