

ISSN 1331-6001

REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

# BILTEN 12/99

iz područja meteorologije,  
hidrologije, primjenjene  
meteorologije i zaštite  
čovjekova okoliša

**DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD  
ZAGREB, GRIČ 3**

UDK 551.5.63  
551.506.1  
551.509.617  
551.510.4  
551.515  
551.519.9  
551.577.13  
551.582.2  
551.586  
556.04  
627.51  
628.11  
630.431.1

# **BILTEN**

**iz područja meteorologije, hidrologije, primjenjene  
meteorologije i zaštite čovjekova okoliša**

## **12 / 99**

**BILTEN** IZ PODRUČJA METEOROLOGIJE, HIDROLOGIJE,  
PRIMJENJENE METEOROLOGIJE I ZAŠTITE ČOVJEKOVA OKOLIŠA

## **IZDAJE**

Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske  
Zagreb, Grič 3  
Telefon: (01) 45 65 715  
telex: 21-356 METEO RH,  
telefax: 429-725,

## **UREĐIVAČKI ODBOR**

**Glavni urednik:** Davor Nikolić, dipl.inž.  
**Zamjenik glavnog urednika:** mr. Ivančica Mihovilić  
**Tehnički urednik:** Ivan Lukac, graf.inž.  
**Članovi odbora:** Željko Cindrić, dipl.inž.  
Vesna Đuričić, dipl.inž.  
mr. Dražen Kaučić,  
Marija Mokorić, dipl.inž.  
Damir Peti, dipl.inž.  
dr. Dražen Poje  
Tomislava Bošnjak, inž.  
mr. Višnja Šojat  
mr. Ksenija Zaninović  
Lidija Srnec, dipl.inž.

# SADRŽAJ

Strana

## VREMENSKE PRILIKE

Sinoptička situacija (Marija Mokorić, dipl. inž.) ..... 5

Klimatološki pregled (Lidija Srnec, dipl. inž.) ..... 7

HIDROLOŠKE PRILIKE (Đurđica Petek) ..... 13

## EKOLOŠKE PRILIKE

Meteorološke karakteristike (Vesna Đuričić, dipl. inž.) ..... 15

Onečišćenje zraka i oborine (mr. Višnja Šojat) ..... 16

BIOMETEOROLOŠKE PRILIKE (mr. Ksenija Zaninović) .....18

AGROMETEOROLOŠKE PRILIKE (mr. Dražen Kaučić) .....20

Djelomična pomrčina sunca u Zagrebu 11. kolovoza 1999.

(Davor Nikolić, dipl. inž.

Branko Abramović) ..... 21

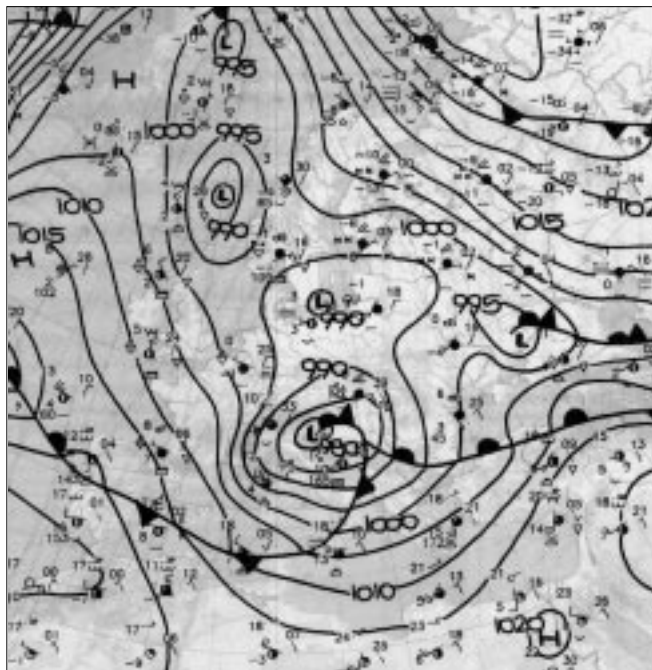


## VREMENSKE PRILIKE

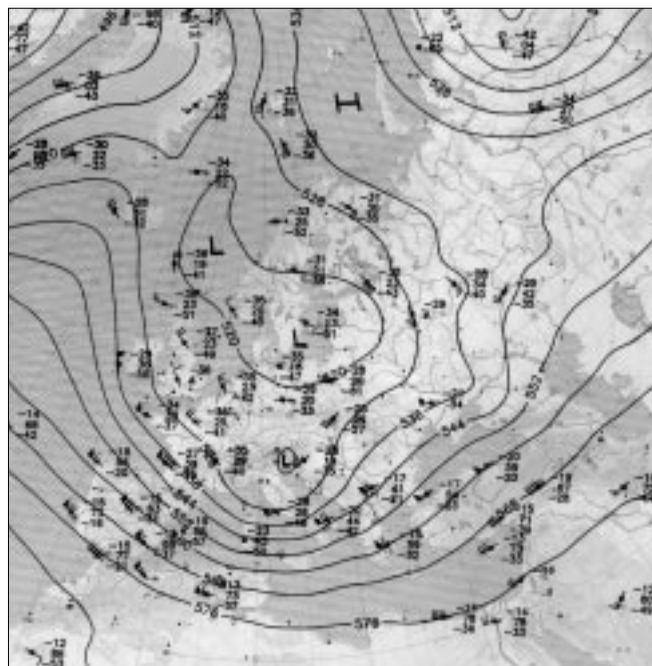
### Sinoptička situacija

Početkom prosinca nad našim područjem se nalazilo polje visokog tlaka zraka, ali je ono postupno slabilo. Zbog približavanja ciklone i hladne fronte iz zapadne Europe, slabilo je sjeverozapadno visinsko strujanje. Bilo je djelomice sunčano

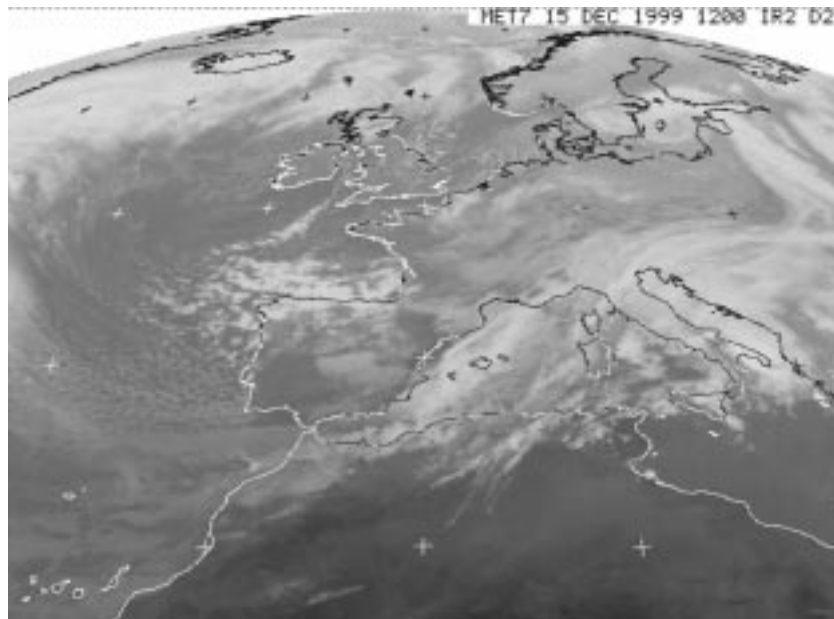
i razmjerno toplo. Jugozapadno i južno strujanje ojačalo je 4. prosinca. Na Jadranu je zapuhalo jugo, a uz sve više oblaka pod kraj dana u zapadnim predjelima je počela padati slaba kiša. Hladna fronta u sklopu ciklone čije je središte bilo nad



Slika 1. Prizemna sinoptička situacija 18. prosinca 1999. u 12 UTC



Slika 2. Visinska sinoptička situacija AT 500 hPa 18. prosinca 1999. u 12 UTC



**Slika 3. Satelitska slika oblaka u toplinskom dijelu spektra 15. prosinca 1999. u 12 UTC**

južnim dijelom Apeninskog poluotoka te visinska dolina, premjestile su se 5. i 6. prosinca preko naše zemlje. Bilo je kiše, u gorskim krajevima snijega, a uz zahlađenje i pljuskova snijega u nizinama unutrašnjosti. Na Jadranu je zapuhala umerena i jaka bura.

Potom je od 7. do 11. prosinca ogranak anticiklone sa zapada i jugozapada kontinenta uvjetovao stabilno i uglavnom suho vrijeme. U početku je u višim slojevima atmosfere bio termobarički greben koji je postepeno slabio, a po visini jugozapadna struja. Bilo je razmjerno toplo, s najviše sunčanog vremena na Jadranu, dok je u nizinama unutrašnjosti bilo dosta magle ili niskih slojevitih oblaka. U Genovskom zaljevu je već 10. prosinca nastala ciklona koja se sljedećih dana približila Hrvatskoj. Zbog tople fronte, 10. i 11. prosinca ponegdje je palo malo kiše. Narednih dana ciklonalno polje zahvaćalo je veći dio Europe; 13. prosinca hladna fronta se nalazila nad našim područjem, a 15. prosinca se jedno od središta ciklone nalazilo nad Jadranom. Vrijeme je bilo oblačno, u početku u nizinama s kišom, a u gorju snijegom, da bi zatim snijeg pao i u nižim područjima unutrašnjosti. Na Jadranu je mjestimice kišilo. U razdoblju od 16. do 18. prosinca na vrijeme je utjecao ogranak polja visokog tlaka iz zapadne i jugozapadne Europe, te je bilo uglavnom suho, djelomice i sunčano, s burom na Jadranu. 19. i 20. prosinca anticiklona je malo oslabila, a

nad istočnim Balkanom se nalazilo plitko ciklonalno polje. U visinskoj struji pritjecao je hladniji zrak, a slabe kiše je bilo samo ponegdje. Zatim je ponovno ojačao ogranak anticiklone, te je od 21. do 25. prosinca na Jadranu bilo dosta sunca; u visinskoj struji je pritjecao topliji zrak koji je uzrokovao temperaturni obrat, pa je u unutrašnjosti bilo slojevitih oblaka. Slabog snijega je početkom razdoblja bilo u Lici, a krajem razdoblja uglavnom ponegdje u zapadnim krajevima. Duž obale je puhala vrlo jaka i olujna bura, ali je postupno slabila te krajem razdoblja prestala. Vlažniji zrak u našu zemlju je počeo pritjecati već 24. i 25. prosinca zbog slabljenja visinskog grebena i jačanja zapadnog strujanja. Sljedećeg dana se i ciklona nalazila nad Jadranom, a 28. prosinca ciklonalno polje iz zapadne Europe premjestilo se preko naše zemlje. Ciklone nisu bile osobito izražene, pa je uz promjenjivu naoblaku bilo malo kiše i snijega. Visinska dolina premjestila se preko naših krajeva 29. prosinca. Ogranak anticiklone koja je zahvaćala jugozapadnu i srednju Europu donio je uglavnom suho i djelomice sunčano, a na Jadranu i pretežno sunčano vrijeme. Zatoplilo je, osobito u primorju.

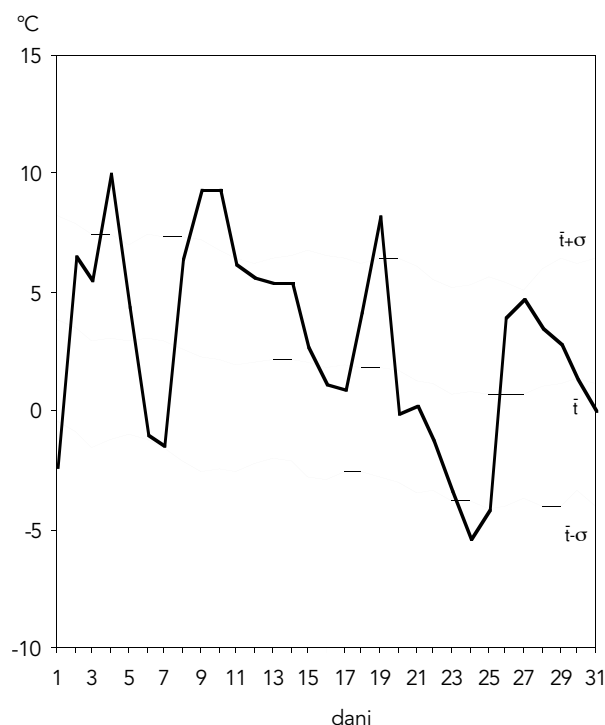
Slika 3 prikazuje naoblaku nad našim područjem u toplinskom dijelu spektra 15. prosinca, a slike 1 i 2 prizemnu i visinsku sinoptičku situaciju 18. prosinca u 12 UTC.

## Klimatološki pregled

Srednja mjesečna temperatura zraka za prosinac 1999. godine je na glavnim nizinskim meteorološkim postajama iznosila od 0.3 °C (u Karlovcu) do 11.5 °C (u Komiži). Na planinskim postajama su srednje mjesečne temperature zraka bile negativne, Puntijarka -1.9 °C, Zavižan -3.7 °C. Temperature zraka su na najvećem broju postaja bile više od prosječnih, ali ova odstupanja nisu bila posebice izražena. Negativna temperaturna odstupanja su zabilježena na planinskim postajama, u Karlovcu, Osijeku i Pazinu, no nisu prelazila -1 °C. Veća pozitivna odstupanja (između 1 °C i 2 °C) zabilježena su na postaji u Ogulinu, u Gospiću i Komiži, pa je područje koje povezuje ove postaje bilo toplo. Ostali, najveći dio Hrvatske, bio je prema raspodjeli percentila temperature normalan.

Prva je polovica mjeseca bila uglavnom toplija od prosjeka, uz tek poneki hladniji dan u odnosu na tridesetgodisnje srednje dnevne temperature. Druga je polovica mjeseca bila pretežito hladnija. Broj dana s negativnim anomalijama na promatranim postajama je iznosio između 12 i 15, a najhladnije je bilo na Badnjak u središnjoj Hrvatskoj, te oko 21. i 22. prosinca na priobalnim postajama. Gledano po dekadama, srednje dnevne temperature su padale, a najhladnije je

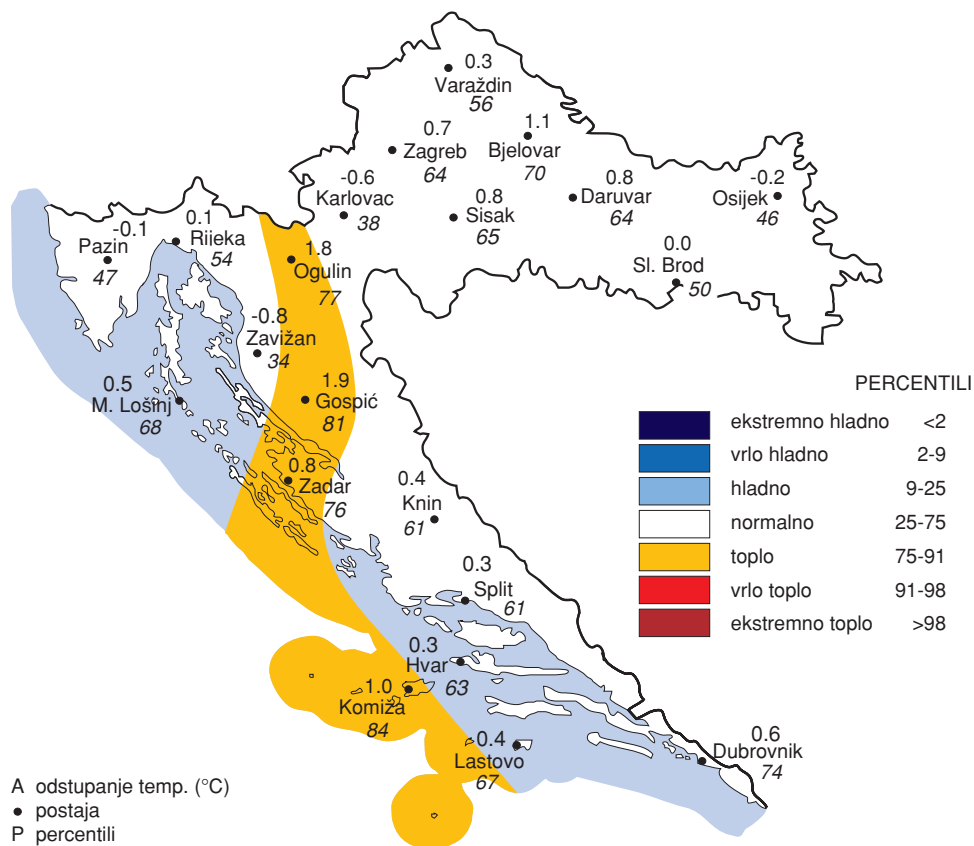
bilo tijekom posljednje dekade. Na opservatoriju Zagreb-Grič prate se srednje dnevne temperature zraka u odnosu na povijesni niz. Tijekom



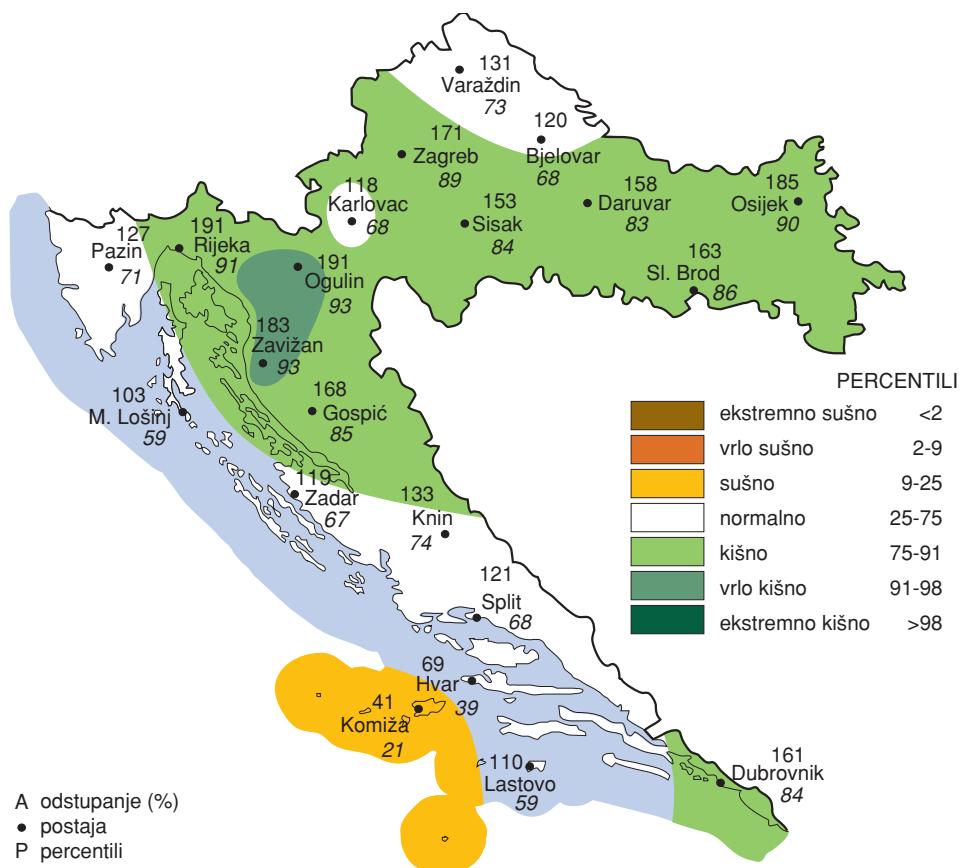
**Slika 4. Srednja dnevna temperatura zraka (Zagreb-Grič) za PROSINAC 1999. godine u usporedbi s dugogodišnjim srednjim vrijednostima ( $\bar{t}$ ) i standardnim devijacijama ( $\sigma$ ) (1862.-1990.)**

**Tablica 1. Broj hladnih, ledenih i studenih dana u prosincu 1999.**

Postaja	Broj hladnih dana	Broj ledenih dana	Broj studenih dana
Osijek	22	5	6
Slavonski Brod	24	2	5
Daruvar	18	1	4
Bjelovar	21	1	4
Varaždin	21	3	4
Zagreb-Grič	15	0	4
Zagreb-Maksimir	19	1	5
Sisak	21	1	5
Puntijarka	26	4	10
Zavižan	28	9	10
Karlovac	24	2	6
Ogulin	16	4	5
Gospić	20	5	6
Knin	13	1	0
Pazin	18	0	0
Rijeka	4	0	0
Zadar	2	0	0
Hvar	1	0	0

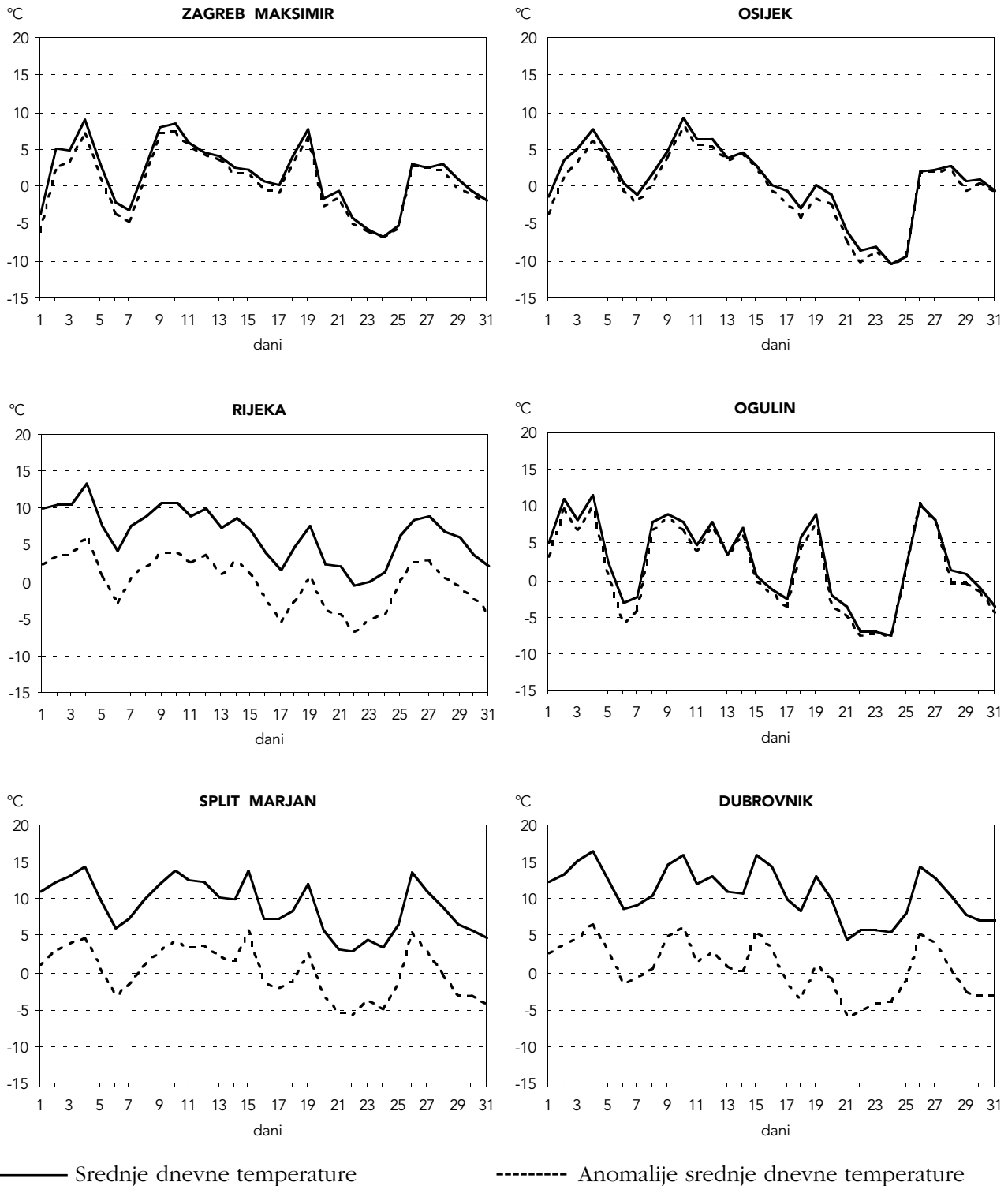


**Slika 5. Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u PROSINCU 1999. od prosječnih vrijednosti (1961.-1990.)**



**Slika 6. Mjesečne količine oborine u PROSINCU 1999. godine izražene u % prosječnih vrijednosti (1961.-1990.)**

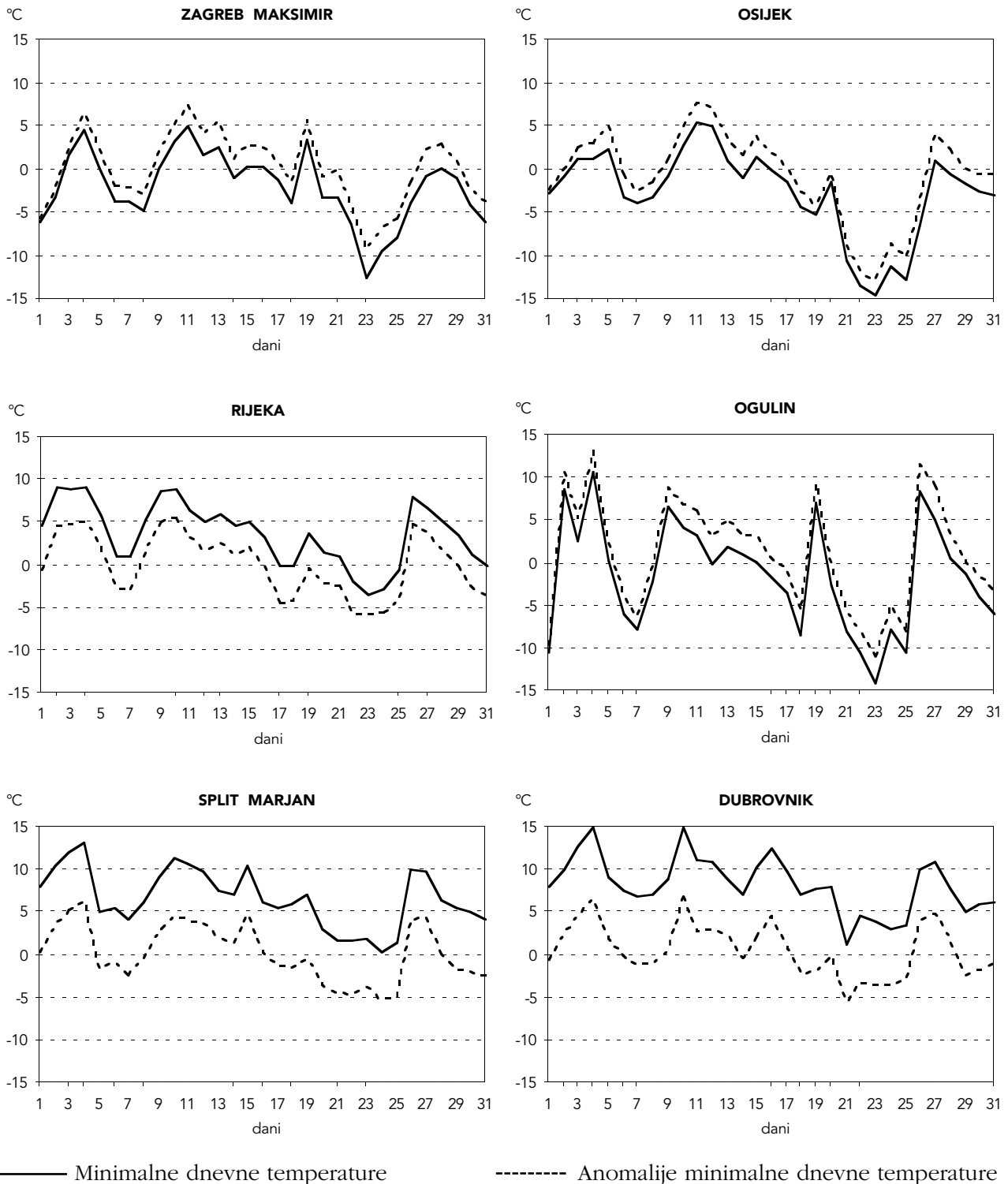




**Slika 7. Srednje dnevne temperature zraka (°C) i njihove anomalije (°C) od dnevnog srednjaka za razdoblje 1961.-1990. (za Dubrovnik 1978.-1990.) u PROSINCU 1999. godine**

prosincia nije bilo niti izvanredno hladnih, niti izvanredno toplih dana (toplom se smatra dan u kojem srednja dnevna temperatura zraka prelazi višegodišnju srednju dnevnu temperaturu više od dvije standardne devijacije).

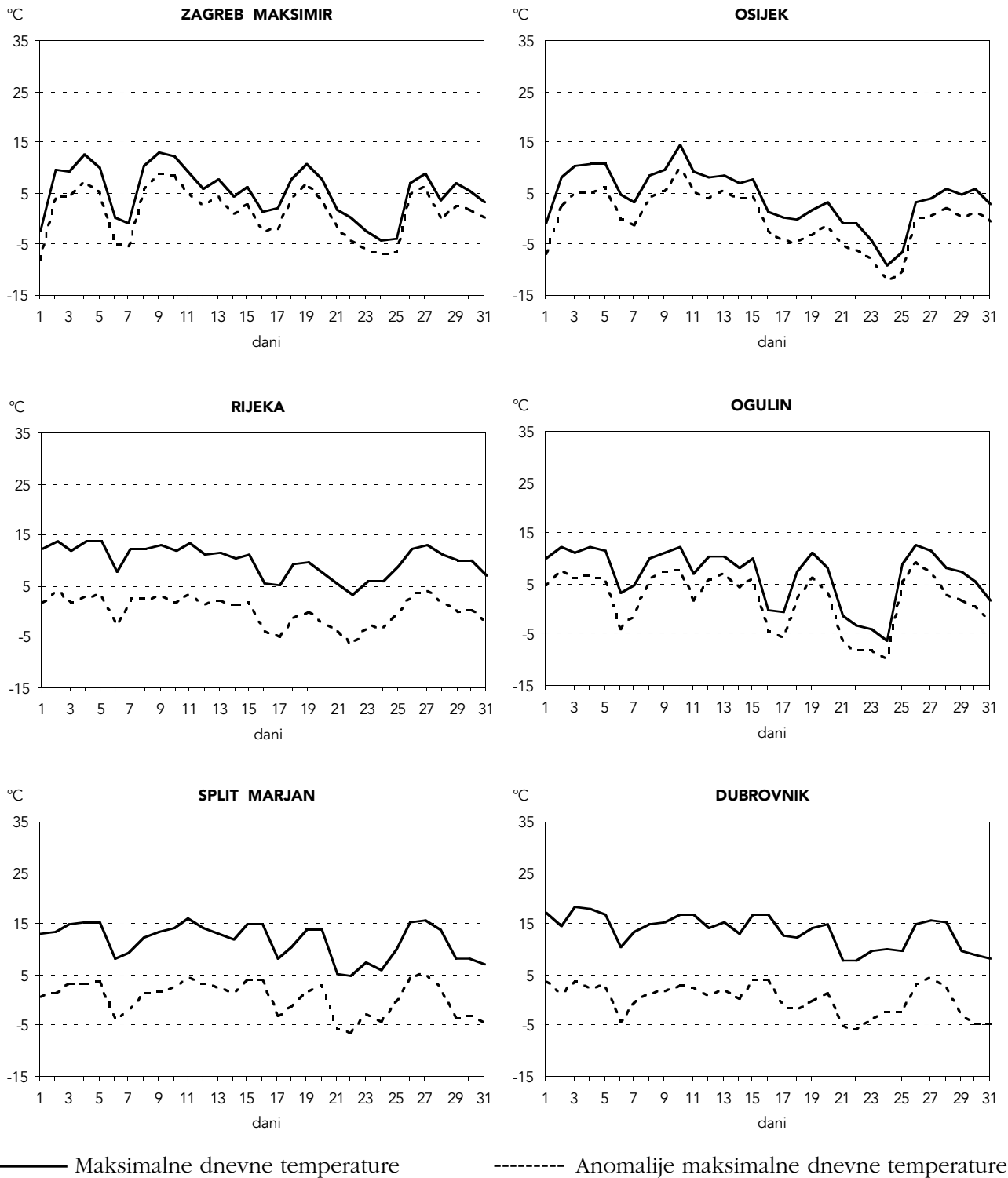
Srednje maksimalne temperature zraka kretale su se između  $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (na Zavižanu) i  $14.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (u Komiži). Ove temperature su u usporedbi s prosječnim maksimalnim mjesečnim temperaturama bile svuda, osim na postaji Zavižan i



**Slika 8. Minimalne dnevne temperature zraka (°C) i njihove anomalije (°C) od srednjih dnevnih minimalnih temperatura zraka za razdoblje 1961.-1990. (za Dubrovnik 1978.-1990.) u PROSINCU 1999. godine**

Pazin, više. Negativna temperaturna odstupanja nisu bila posebno izražena, te nisu prelazila  $-1^{\circ}\text{C}$ . Maksimalne temperature zraka su 1. prosinca bile negativne na većini nizinskih postaja. Takve dane

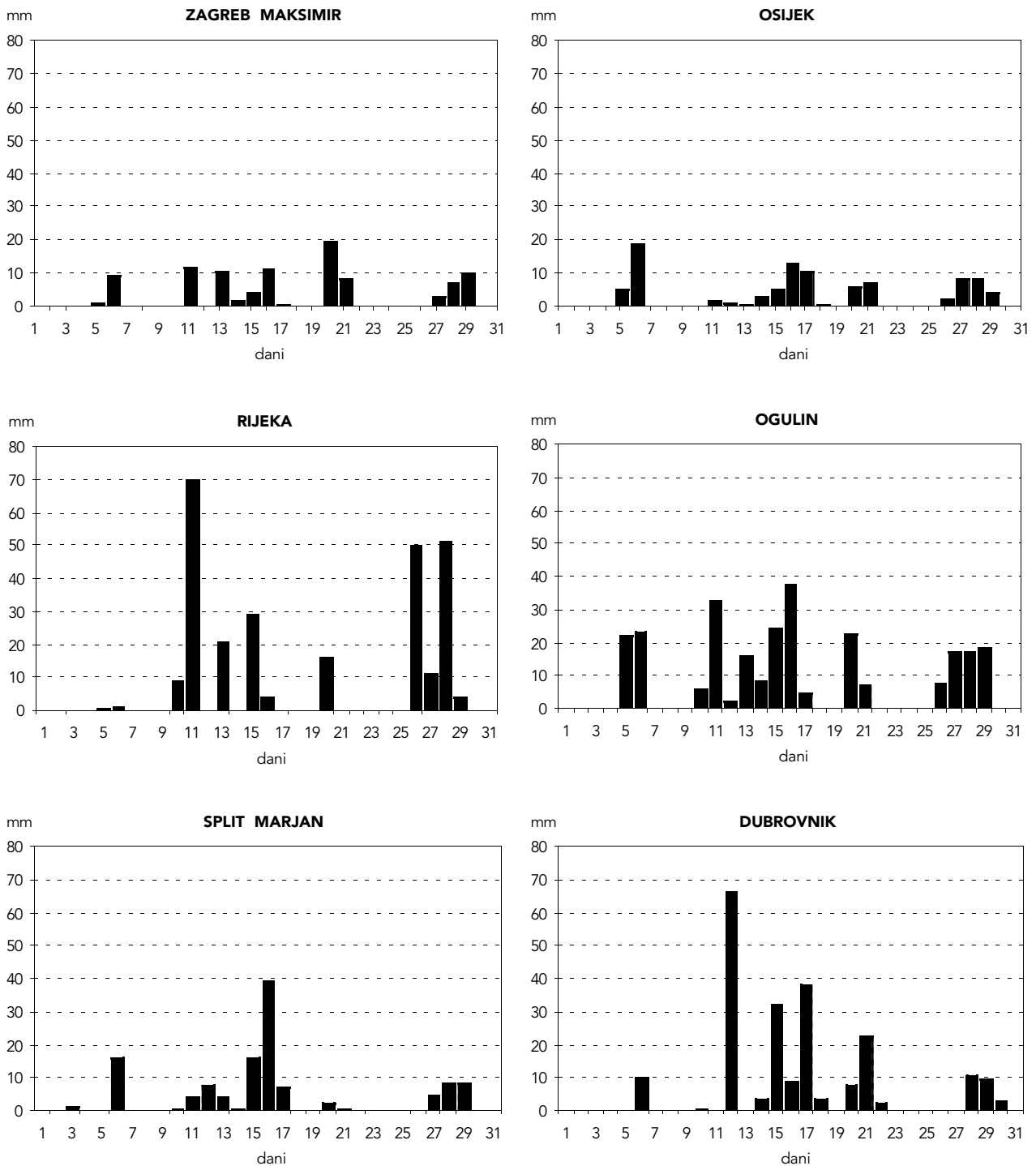
zovemo studenim; tijekom mjeseca takvi dani su ponovo zabilježeni u prvih pet dana posljednje dekade na nizinskim postajama u unutrašnjosti, a na planinskim postajama i krajem druge dekade.



**Slika 9. Maksimalne dnevne temperature zraka (°C) i njihove anomalije (°C) od srednjih dnevnih maksimalnih temperatura zraka za razdoblje 1961.-1990. (za Dubrovnik 1978.-1990.) u PROSINCU 1999. godine.**

Ukupno su u prosincu zabilježena 4 studena dana u Daruvaru, Bjelovaru, Varaždinu i Zagrebu (Grič), 5 studenih dana u Slavonskom Brodu, Zagrebu (Maksimir), Sisku i Ogulinu, te 6 studenih dana u

Osijeku, Karlovcu i Gospiću. Na planinskim postajama Zavižan i Puntijarka bilo je 10 studenih dana. Najveća maksimalna temperatura zraka zabilježena je 3. prosinca u Dubrovniku i iznosila je 18.4 °C.



Slika 10. Dnevne količine oborina (mm) u PROSINCU 1999. godine

Srednje minimalne temperature zraka su iznosile od  $-6.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (na Zavižanu) do  $8.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (u Komiži). U usporedbi s prosječnim vrijednostima srednje minimalne temperature zraka su na većini kontinentalnih postaja bile manjih iznosa. Najniže minimalne temperature zraka su zabilježene u prvoj polovici posljednje dekade mjeseca, a najhladnije je bilo 23. prosinca na Zavižanu

gdje je minimalna temperatura zraka iznosila  $-15.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tijekom prosinca je zabilježeno do 28 hladnih dana (takvim se smatra dan u kojem je minimalna temperatura zraka niža od  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), te do 9 ledenih dana (u kojim je minimalna temperatura zraka niža od  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Točan broj hladnih, ledenih i studenih dana dan je u tablici 1.

U prosincu 1999. godine je izmjereno između 42 mm (Komiža) i 332 mm (Zavižan) oborine. U odnosu na tridesetgodišnje prosjeke (1961.-1990.), na svim je postajama, osim u Hvaru i Komiži, izmjerena količina oborine bila veća od prosječne. Najviše oborine s obzirom na prosjek bilo je u Ogulinu, gdje je pala gotovo dvostruko veća količina oborine (191%). U Komiži je bilo najsušniji, uz samo 41% prosječne količine oborine. Prema raspodjeli percentila oborine otok Vis je bio sušan, dok su najsjeverniji dio Hrvatske, područje Karlovca, Istre, središnjeg Jadrana i južnodalmatinskih otoka bili normalni. Najveći dio kontinentalne Hrvatske i njezin krajnji jug bili su kišni, a područje Ogulina i Zavižana vrlo kišno. Tijekom prosinca je bilo između 7 dana (Komiža) i 16 dana (Ogulin) s oborinom većom ili jednakom 1 mm, što je posvuda (osim u Hvaru i Komiži) više od prosjeka. Maksimalna dnevna količina oborine izmjerena je 16. prosinca na Zavižanu i iznosila je 71.5 mm.

Snježni pokrivač se tijekom prosinca na tlu zadržao između 12 dana (Osijek, Zagreb Grič) i 31 dan (Puntijarka i Zavižan). U odnosu na prosječno trajanje snježnog pokrivača, snijeg se zadržao do 7 dana dulje (na Puntijarci i u Karlovcu). U Kninu je snijeg padao 2 dana, a u Pazinu 1 dan, međutim snježni pokrivač veći ili jednak 1 cm nije zabilježen. U prosjeku se na tim postajama u prosincu zabilježi po jedan takav dan.

Broj sati sa sijanjem sunca bio je najmanji na Zavižanu, 57.8 sati, a najveći na Lastovu, 115.3

sati. U odnosu na tridesetgodišnji prosjek (1961-1990) manje insolacije bilo je na planinskim postajama, u Ogulinu i Kninu, te nekim priobalnim i otočnim postajama (Rijeka, Split, Dubrovnik i Hvar).

## HIDROLOŠKE PRILIKE

Na analiziranim vodotocima vodnost je bila iznad granica prosječnih vrijednosti.

Tako je na Savi kod Zagreba zabilježen višak otjecanja iznosio 26%, a kod Slavonskog Broda 59%. Na Dravi kod Donjeg Miholjca višak otjecanja bio je 14%. Srednji mjesečni vodostaj Kupe kod Karlovca pokazuje da se radilo o znatnom višku otjecanja Kupe.

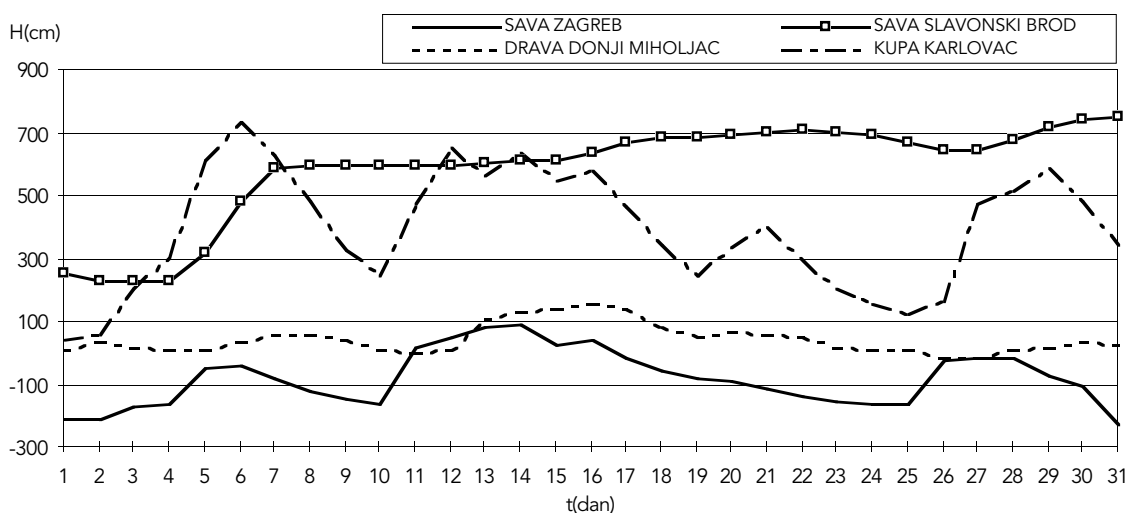
Tijekom mjeseca na većini vodotoka zabilježeni su dosta visoki vodostaji, pa su na nekim postajama proglašene mjere redovne i izvanredne obrane od poplava.

### IZVANREDNA OBRANA OD POPLAVA:

- na Kupi kod Karlovca 6. prosinca s maksimalnim vodostajem 754 cm;
- na Uni kod Kostajnice 6. - 7. prosinca s maksimalnim vodostajem 403 cm (6. prosinca).

### REDOVNA OBRANA OD POPLAVA:

- na Savi kod:
- Crnca od 8 - 31. prosinca s maksimalnim vodostajem 675 cm. (16. i 17. prosinca).



Slika 11. Nivogrami Save, Drave i Kupe u razdoblju od 1. do 31. prosinca 1999. godine

Tablica 2. Pregled hidroloških parametara za PROSINAC 1999. godine

Rijeka	Postaja	Parametar	Vrijednosti za PROSINAC 1999.			Vrijednosti za PROSINAC za period obrade*		
			min.	sred.	max.	min.	sred.	max.
Sava	Zagreb	H (cm)	-209	-74	95	-308	-56	486
		Q (m <sup>3</sup> /s)	208	455	763	71.4	362	2581
Sava	Sl. Brod	H (cm)	228	587	753	11	375	790
		Q (m <sup>3</sup> /s)	805	1967	2620	228	1234	2832
Drava	D.Miholjac	H (cm)	-18	45	157	-120	34	340
		Q (m <sup>3</sup> /s)	361	493	739	164	433	1425
Kupa	Karlovac	H (cm)	43	396	740	-65	144	830
		Q (m <sup>3</sup> /s)	-	-	-	-	-	-

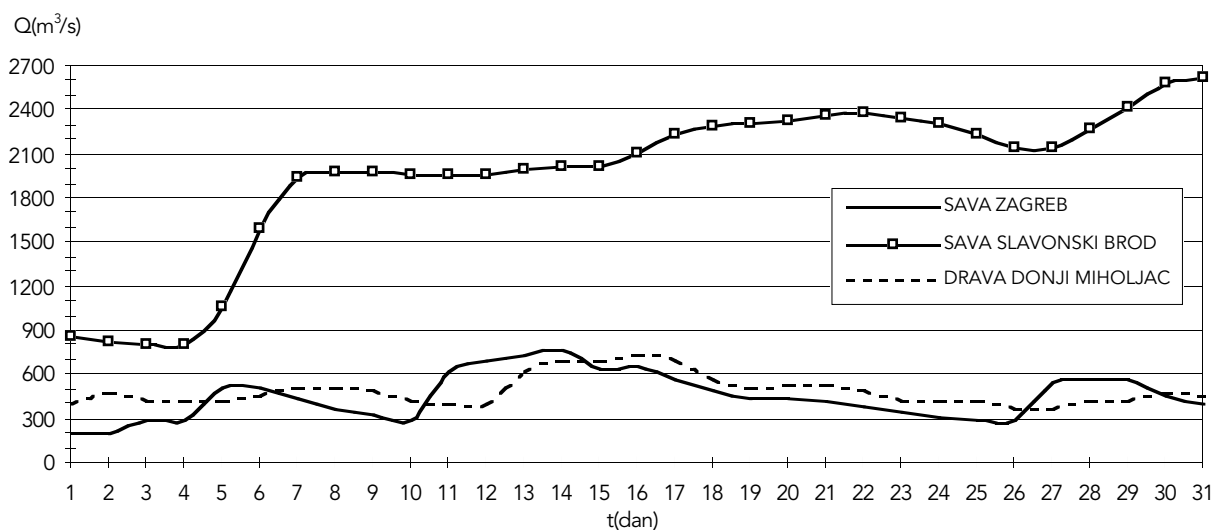
\* Period obrade 1946.-1996.

### Stanje voda u PROSINCU 1999.

SAVA - Vodnost znatno iznad prosječnih vrijednosti

DRAVA - Vodnost u granicama prosječnih vrijednosti

KUPA - Vodnost znatno iznad prosječnih vrijednosti



Slika 12. Hidrogrami Save i Drave u razdoblju od 1. do 31. prosinca 1999. godine

- Jasenovca 7. - 31. prosinca s maksimalnim vodostajem 801 cm (17. prosinca);

- Davora 31. prosinca s maksimalnim vodostajem 860 cm;

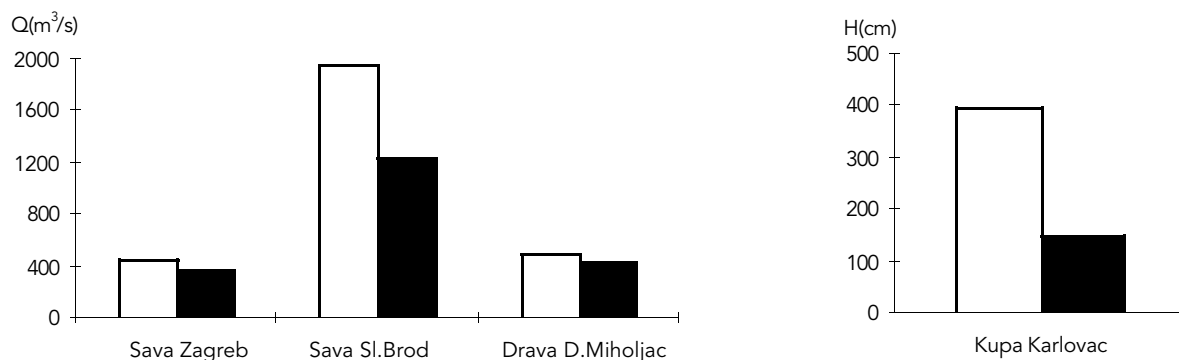
- Slavenskog Šamca 30. - 31. prosinca s maksimalnim vodostajem 695 cm (30. prosinca);

- Županje 19. - 22. prosinca i 28- 31. prosinca s maksimalnim vodostajem 921 cm (30. prosinca);

- na Kupi kod:

- Jamničke Kiselice 6 - 8. prosinca s maksimalnim vodostajem 630 cm (7. prosinca);





**Slika 13. Prosječni mjesečni protok Q, odnosno vodostaj H za prosinac za razdoblje 1946.-1995.**

**Srednji mjesečni protok Q, odnosno vodostaj H za prosinac 1999.**

- na Neretvi kod:

- Metkovića 17. - 18. prosinca s maksimalnim vodostajem 356 cm (17. prosinca).

Detaljan pregled hidroloških parametara za PROSINAC 1999. godine prikazan je u tablici 2, dok su nivogrami i hidrogrami kao i odnos prosječnih vrijednosti H i Q za PROSINAC 1999. prikazani na slikama 11, 12 i 13.

## EKOLOŠKE PRILIKE

### Meteorološke karakteristike

Prosinac, prvi zimski mjesec, ove godine nije imao izrazito loše karakteristike vremena, gledano sa stanovišta zaštite okoliša. Naime, zimi su česte i uobičajene stabilne, stacionarne, an-

**Tablica 3. Apsolutni (N) i relativni (%) broj dana sa visinom sloja miješanja prema visinskim mjerenjima u Zagrebu za PROSINAC 1999.**

Visina sloja miješanja (m)	noć		dan	
	N	%	N	%
ne postoji	8	27	4	13
< 250 m	4	13	7	23
251-1000 m	8	27	11	38
1001-2500 m	6	20	7	23
> 2500 m	4	13	1	3
ZBROJ	30	100	30	100

ticiklonalne situacije, s dugotrajnim temperaturnim inverzijama i slabim uvjetima miješanja, u kojima je onečišćenje zraka pri tlu obično povećano. U prosincu 1999. godine tijekom noći su prizemne temperaturne inverzije bile prisutne u 50 % vremena, a u 70 % još i podignute ili visinske (tablica 5). Prevladavala je neutralna ili malo stabilna stratifikacija atmosfere, dok su umjereno i jako

**Tablica 4. Apsolutni (N) i relativni (%) broj dana sa pojedinom kategorijom stabilnosti prema Pasquillu u prizemnom sloju zraka u Zagrebu za PROSINAC 1999.**

Stabilnost	noć		dan	
	N	%	N	%
A - jako labilno	0	0	4	13
B - umjereno labilno	0	0	0	0
C - malo labilno	0	0	0	0
D - neutralno	13	43	22	74
E - malo stabilno	8	27	1	3
F - umjereno stabilno	3	10	3	10
G - jako stabilno	6	20	0	0
ZBROJ	30	100	30	100

**Tablica 5. Apsolutni (N) i relativni (%) broj slučajeva sa slojem inverzije temperature prema visinskim mjerenjima u Zagrebu za PROSINAC 1999.**

Sloj inverzije	noć		dan	
	N	%	N	%
ne postoji	1	3	4	13
prizemna	15	50	5	17
podignuta	12	40	11	37
visinska	10	33	14	47

stabilne situacije (F i G kategorije stabilnosti prema Pasquillu) bile u samo 30% slučajeva (tablica 4). I tijekom noći je postojao stvarni sloj miješanja u preko 50% slučajeva. U još 16% slučajeva nije bilo stvarnog sloja miješanja, ali je stabilnost atmosfere bila takva da nije sprečavala miješanje, pa se vertikalna razmjena mogla odvijati do visine oko 5 km (tablica 3).

Tijekom dana je svaki dan (osim 10., 26. i 27. prosinca) postojao sloj miješanja, prosječne visine kojih 870 metara, što je više od uobičajenog za prosinac. Temperaturne inverzije su bile uglavnom podignute ili visinske, a stratifikacija najnižeg sloja zraka najčešće neutralna, u 13% slučajeva i jako labilna, a u samo 10% slučajeva umjereno stabilna.

Na području Zagreba strujanje je bilo pretežno zapadno, u prosjeku slabo, ali je bilo 7 dana s pojavom jakog vjetera. Rezultat takvog strujanja je koeficijent provjetravanja  $0.05 \text{ sat}^{-1}$ .

Oborine je bilo nešto više od višegodišnjeg prosjeka, uglavnom u obliku kiše, a bilo je i krutih i mješovitih oblika oborine.

Ovakve karakteristike vremena omogućile su, za ovo doba godine, relativno dobro vertikalno miješanje, dosta dobro mokro ispiranje atmosfere, te uglavnom slab horizontalni prijenos zračnih česti. Zbog toga onečišćenje zraka prizemnog graničnog sloja atmosfere ne bi trebalo biti značajno, kao ni lokalni i regionalni prijenos onečišćenja, dok bi iznos mokrog taloženja onečišćenja mogao biti značajan.

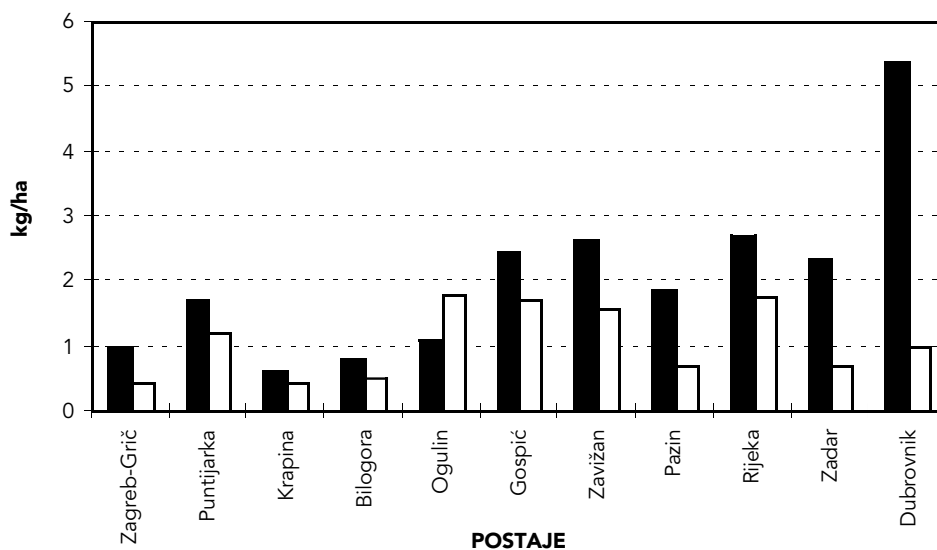
S obzirom da je ukupna mjesečna količina oborine bila veća od višegodišnjeg prosjeka na gotovo svim promatranim lokacijama, a uz kišu bilo je i krutih i mješovitih oblika oborine (snijega je bilo i uz obalu!), ispiranje zraka oborinom bilo je dobro, što je smanjilo onečišćenje zraka, ali pojačalo opterećenje tla onečišćenjem.

Vektorski srednjaci vjetera pokazuju pretežno zapadno strujanje u unutrašnjosti, a istočno ili sjeveroistočno duž obale, ali treba naglasiti da je stalnost vektorskog srednjaka u unutrašnjosti zemlje bila mala, pa i spomenute smjerove treba uzeti sa rezervom. Stoga nije bilo značajnog prijenosa zraka (i onečišćenja) na regionalnoj ili većoj skali. Na svim promatranim lokacijama bilo je dana s jakim pa i olujnim vjetrom, što je doprinijelo provjetravanju gradova (koeficijent provjetravanja kretao se od  $0.05 \text{ sat}^{-1}$  u Zagrebu, do  $7.2 \text{ sat}^{-1}$  u Šibeniku).

Možemo zaključiti da su vremenske prilike ovogodišnjeg prosinca, sa stanovišta zaštite okoliša od onečišćenja, bile dosta povoljne. U kopnenim krajevima nije bilo značajnog regionalnog ni daljinskog donosa onečišćenja zraka u Hrvatsku ili iz Hrvatske, ali se može govoriti o lokalnom ili regionalnom prijenosu onečišćenja sa kopna na Jadran. Također treba spomenuti i mokro taloženje onečišćenja na tlo.

## Onečišćenje zraka i oborine

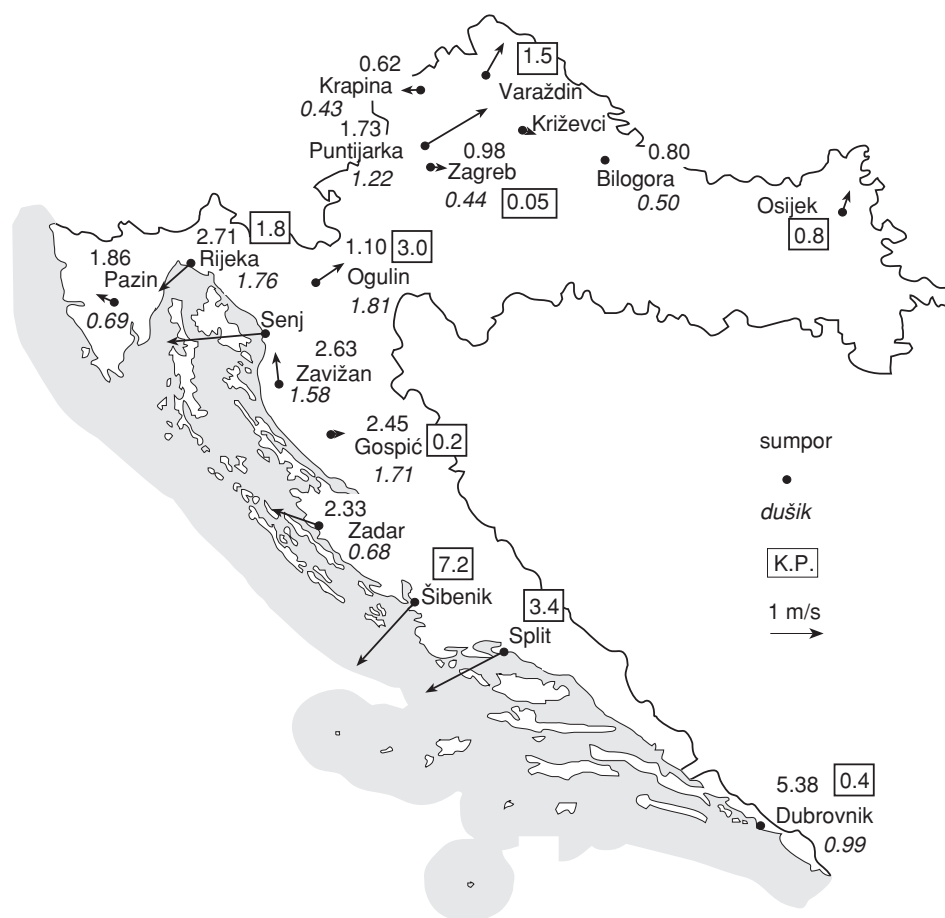
Tijekom prosinca srednje mjesečne koncentracije sumporovog i dušikovog dioksida bile



Slika 14. Ukupno mjesečno taloženje sumpora iz sulfata i dušika iz nitrata za PROSINAC 1999.

Tablica 6. Rezultati kemijske analize oborine i onečišćenja zraka u Hrvatskoj za PROSINAC 1999.

Postaja	O B O R I N A					Z R A K				
	RRu RRmj %	N <sub>A</sub>	pH	pH min-max	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>2</sub>	SO <sub>2max</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2max</sub>
					mg / L		µg / m <sup>3</sup>			
Zagreb-Grič	98	13	5.42	4.16-6.80	0.99	0.46	9	42	24	64
Puntijarka	100	13	5.53	3.91-7.42	1.11	0.78	0	11	5	8
Krapina	100	13	6.19	5.75-7.51	0.70	0.48	-	-	-	-
Bilogora	100	14	5.28	4.68-7.02	1.33	0.72	-	-	-	-
Ogulin	100	16	4.94	3.59-6.74	0.41	0.67	-	-	6	13
Gospić	100	15	6.61	4.73-7.50	1.02	0.72	-	-	6	12
Zavižan	100	17	5.65	4.37-6.20	0.79	0.48	0	0	3	4
Pazin	99	10	5.76	4.58-6.32	1.65	0.61	-	-	-	-
Rijeka	99	10	5.00	3.67-6.40	1.02	0.66	5	43	9	18
Zadar	97	12	5.99	5.42-8.00	2.18	0.63	-	-	5	12
Dubrovnik	100	14	6.05	5.35-7.15	2.37	0.43	-	-	1	7



Slika 15. Ukupno mjesečno taloženje sumpora iz sulfata i dušika iz nitrata (kg/ha), prosječna brzina i smjer strujanja, te koeficijent provjetranja (K.P.) u Hrvatskoj za PROSINAC 1999. godine

su na istom nivou kao u studenom, u okviru Uredbom preporučenih vrijednosti (NN. broj 101, str. 4-198, 1996.). Najveća dnevna koncentracija sumporovog dioksida izmjerena je u Rijeci na Kozali 7./8. prosinca i iznosila je  $43 \mu\text{gm}^{-3}$  zraka. U Zagrebu na Griču zabilježena je gotovo jednaka koncentracija sumporovog dioksida,  $42 \mu\text{gm}^{-3}$ , ali na početku mjeseca, 1./2. prosinca. Razina srednjih mjesečnih koncentracija dušikovog dioksida u prosincu je neznatno porasla u odnosu na studeni i to u Rijeci, na Zavižanu i Puntijarki, dok se na ostalim postajama smanjila. Na mjernoj postaji u Zagrebu na Griču, kao što je već uobičajeno, izmjerena je najveća dnevna koncentracija dušikovog dioksida,  $64 \mu\text{gm}^{-3}$  zraka i to 27./28. prosinca.

Analiza kakvoće oborine (kiša, snijeg) ukazuje na povećanje udjela kiselih oborina kao i jačine kiselosti. Najviše je kiselih oborina bilo u razdoblju od 19. do 28. prosinca. Izmjerene pH-vrijednosti (mjera kiselosti) iznosile su od 3.59 (u Ogulinu) do 5.35 (u Dubrovniku). U Ogulinu je udio kiselih oborina bio najveći, 88%, a zabilježeno je i najveće taloženje anorganskog dušika iz nitrata,  $1.81 \text{ kg ha}^{-1}$ . Na ostalim postajama udio kiselih oborina bio je od 13% (u Gospiću) do 69% (na Griču u Zagrebu).

Mjesečno taloženje sumpora i dušika u prosincu je bilo veće nego u studenom, što je posljedica emisija iz lokalnih i udaljenih izvora te meteoroloških čimbenika. To povećanje bilo je izraženo na priobalnim postajama gdje je taloženje iznosilo od  $2.33 \text{ kg ha}^{-1}$  (u Zadru) do  $5.38 \text{ kg ha}^{-1}$  (u Dubrovniku). U kontinentalnom području taloženje sumpora je iznosilo od  $0.62 \text{ kg ha}^{-1}$  (u Krapini) do  $2.63 \text{ kg ha}^{-1}$  (na visinskoj postaji Zavižan na Velebitu). U Krapini je također izmjereno najmanje taloženje dušika iz nitrata,  $0.43 \text{ kg ha}^{-1}$ , dok je njegovo maksimalno taloženje,  $1.81 \text{ kg ha}^{-1}$ , izmjereno u Ogulinu, tek nešto manje,  $1.76 \text{ kg ha}^{-1}$ , u Rijeci. Zadnji mjesec u 1999. godini obilježio je značajan udio kiselih oborina koje štetno djeluju na ekosustave (osobito šumske), čak do 88%.

## BIOMETEOROLOŠKE PRILIKE

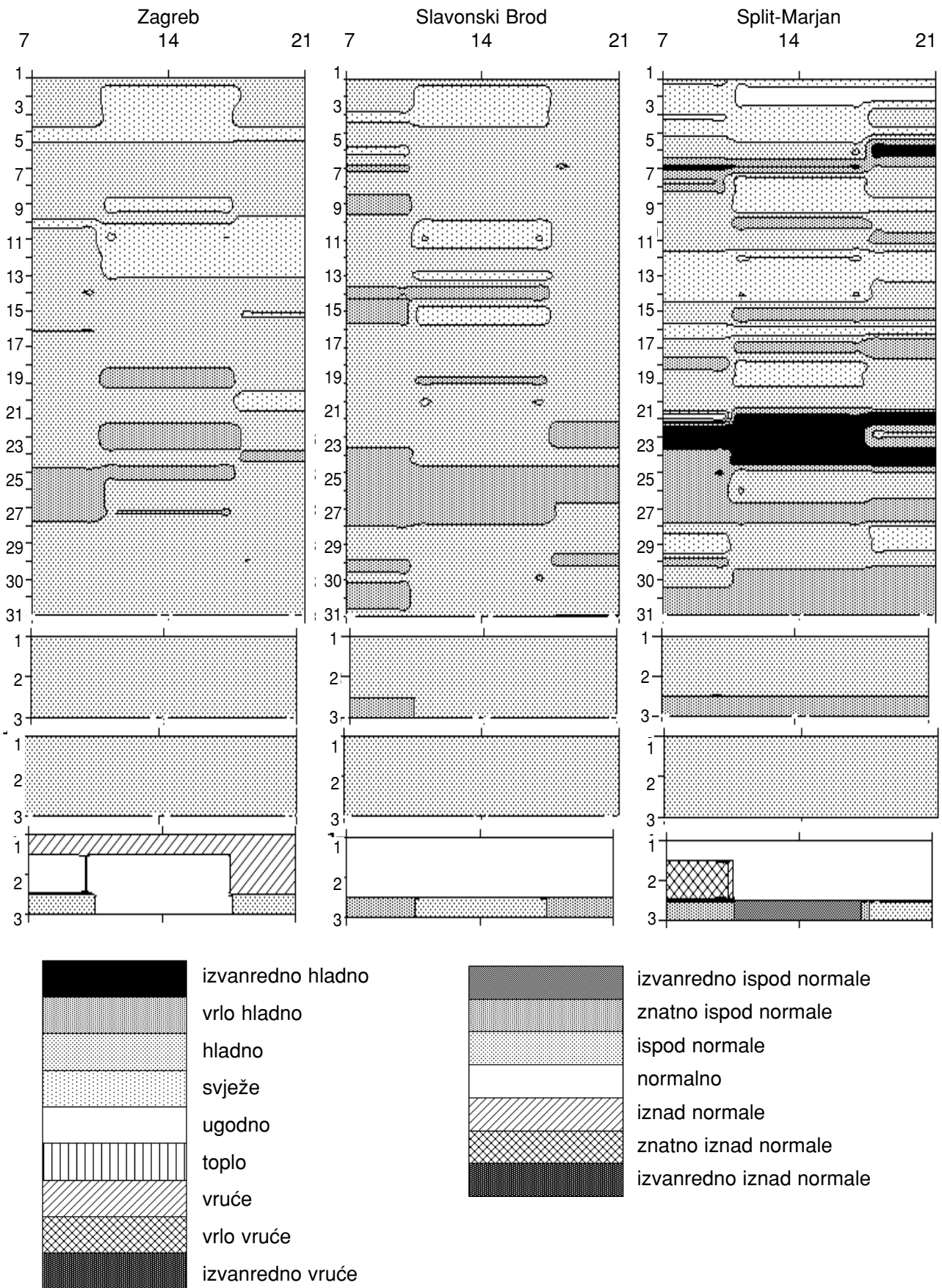
Posljednji mjesec u 1999. godini bio je na svim analiziranim lokacijama u Hrvatskoj hladan i u biometeorološkom smislu u granicama nor-

malnih prilika prema 30-godišnjem razdoblju 1961-1990.

U prvoj je dekadi, i u kontinentalnom dijelu i na obali u prosjeku bilo hladno. Pri tome su se u kontinentalnom dijelu Hrvatske uglavnom izmjenjivali osjeti hladnog i svježeg. U Splitu je početak mjeseca bio pretežno svjež uz nekoliko ugodnih epizoda. Dana 5. prosinca je zahladilo, čemu su pridonijeli i pad temperature i povećanje brzine vjetera. U razdoblju od 5. prosinca navečer do jutarnjih sati 7. prosinca bilo je znatno ili izvanredno hladno. Nakon toga je do kraja dekade bilo uglavnom hladno ili svježije, s tek nekoliko vrlo hladnih epizoda. Ova je dekada u biometeorološkom smislu u Slavonskom Brodu i Splitu bila u granicama normale, dok je u Zagrebu bilo toplije u svim terminima motrenja.

I druga dekada prosinca bila je u prosjeku hladna. Početkom dekade u kontinentalnom su dijelu popodneva još bila svježija, ali je kasnije do kraja dekade prevladavalo tijekom čitavog dana hladno uz tek nekoliko vrlo hladnih sati. U Splitu su se u drugoj dekadi izmjenjivali osjeti od svježeg do vrlo hladnog, ali je u prosjeku i ova dekada bila hladna. Zagrebačke večeri u ovoj su dekadi bile toplije od normalnih, u Splitu su jutro bila znatno toplija nego što je to uobičajeno, dok su svi ostali termini bili u granicama normalnih biometeoroloških prilika.

Posljednja je dekada bila najhladniji dio prosinca. U kontinentalnom je dijelu prevladavajući osjet bio hladno, ali je osjet vrlo hladnog bio češći nego u prethodnoj dekadi, pa su u Slavonskom Brodu jutro i u prosjeku bila vrlo hladna. Jadran je, sudeći bar prema splitskim podacima, bio hladniji od kontinenta. Početak dekade obilježio je osjet izvanredno hladnog, čemu su uzrok bile i relativno niske temperature ali i vrlo jak, povremeno i olujni vjetar. Nakon 23. prosinca vjetar je oslabio, pa je prema osjetu ugodnosti postalo toplije, iako se temperature zraka nisu mnogo promijenile. Tako je do kraja mjeseca prevladavalo uglavnom hladno ili vrlo hladno, a povremeno i svježije. U prosjeku, ova je dekada u Splitu ipak bila vrlo hladna. U usporedbi s 30-godišnjim prosjekom, ona je najmanje odstupala u Zagrebu, gdje su jutro i večeri bili hladniji od normalnih. U Slavonskom Brodu popodneva su bila hladnija a jutro i večeri znatno hladniji od prosječnih. Najveća odstupanja zabilježena su u Splitu, gdje su večeri bile hladnije, jutro znatno hladnija a popodneva izvanredno hladnija od normalnih.



Slika 16. Osjet ugodnosti prema indeksu TWH za Zagreb, Slavonski Brod i Split za PROSINAC 1999. godine

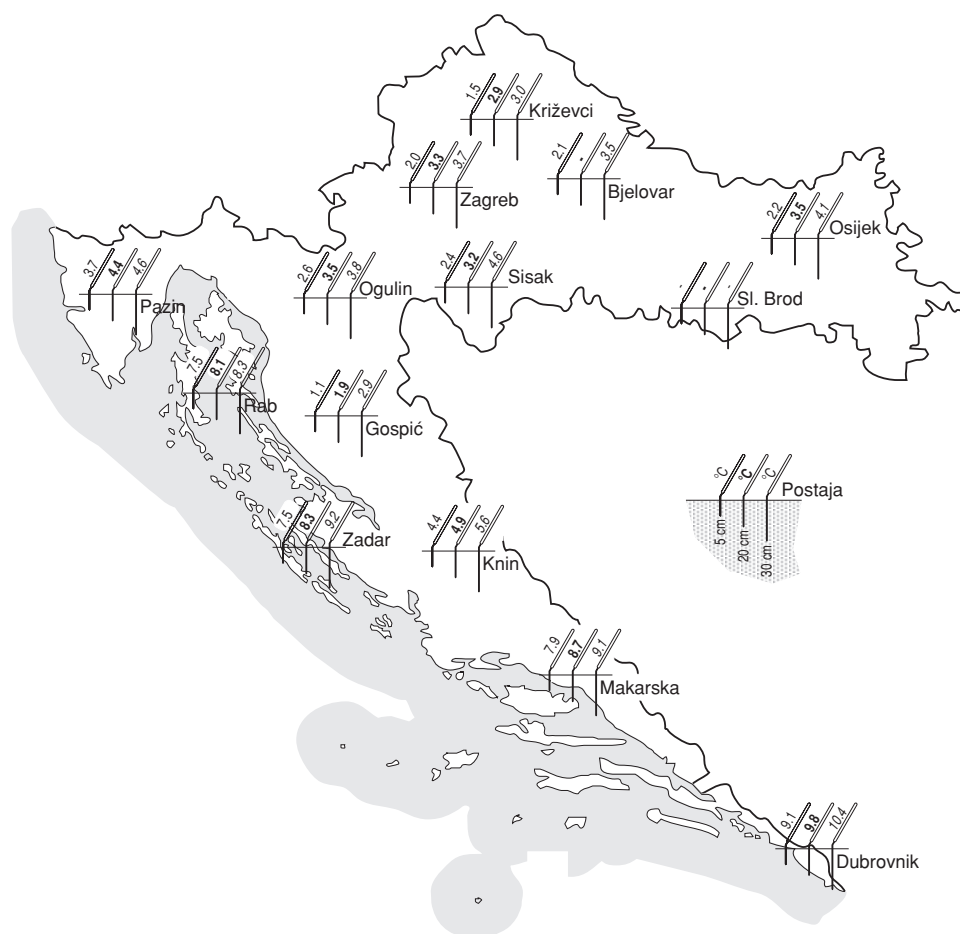
## AGROMETEOROLOŠKE PRILIKE

Dugo zadržavanje snijega na tlu tijekom prosinca pogodovalo je ozimim ratarskim usjevima. Naime, ovog je mjeseca hladnih dana (takvim se smatraju dani u kojim je minimalna temperatura zraka manja ili jednaka 0 °C) u Slavonskome

Brodu bilo 24, Krapini i Osijeku 22, te u Zagrebu i Županji 19, dok se minimalna temperatura zraka na 5 cm od tla u zapadnim i istočnim kontinentalnim krajevima Hrvatske spuštala i na -21.6°C (Varaždin). Kako su maksimalne temperature zraka u Slavonskome Brodu, Županji i Osijeku bile do 15 °C, tlo je zahvaljujući topljenju snijega bi-

**Tablica 7. Dekadne vrijednosti oborine, potencijalne i stvarne evapotranspiracije (mm) za postaje Osijek, Slavonski Brod, Zagreb i Bjelovar u PROSINCJU 1999. godine.**

Postaja	Oborine (mm)			Potencijalna evapotrans. (mm)			Stvarna evapotrans. (mm)		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Dekada									
Osijek	24,5	40,6	30,5	6,4	3,6	2,5	6,4	3,6	2,5
Slavonski Brod	24,4	50,5	18,4	6,3	3,8	2,6	6,3	3,8	2,6
Zagreb	10,4	59,4	28,9	5,5	6,0	3,4	5,5	6,0	3,4
Bjelovar	1,3	49,5	22,2	7,3	6,3	3,2	7,3	6,3	3,2



**Slika 17. Srednje mjesečne temperature tla na dubini 5 cm, 20 cm i 30 cm u mjesecu PROSINCJU 1999. godine**



lo dovoljno vlažno. Poplava, odnosno stajanja vode na oranicama ovog mjeseca nije bilo i to zbog vrlo sporog topljenja snijega.

### Temperature tla

Temperature tla do 30 cm dubine ovog su mjeseca bile u granicama prosječnih višegodišnjih vrijednosti, što je posljedica zadržavanja snijega na tlu. Treba istaknuti da je tlo samo na 2 cm dubine i to svega nekoliko dana bilo zamrznuto. Upravo je taj podatak interesantan ratarima jer upućuje na zaključak kako su ozime ratarske kul-

ture ovog mjeseca u povoljnim hidrotermičkim uvjetima prolazile kroz fazu jarovizacije, odnosno busanja.

### Evapotranspiracija

Tlo je samo u prvoj dekadi mjeseca i to u Bjelovaru bilo malo vlažno. Razlog tome je vrlo mala dekadna suma oborine. Vrijednosti potencijalne i stvarne evapotranspiracije cijelog su mjeseca na promatranim postajama bile jednake, pa je i tlo prema Palmerovom indeksu suše bilo ekstremno vlažno.

## DJELOMIČNA POMRČINA SUNCA U ZAGREBU 11. KOLOVOZA 1999.

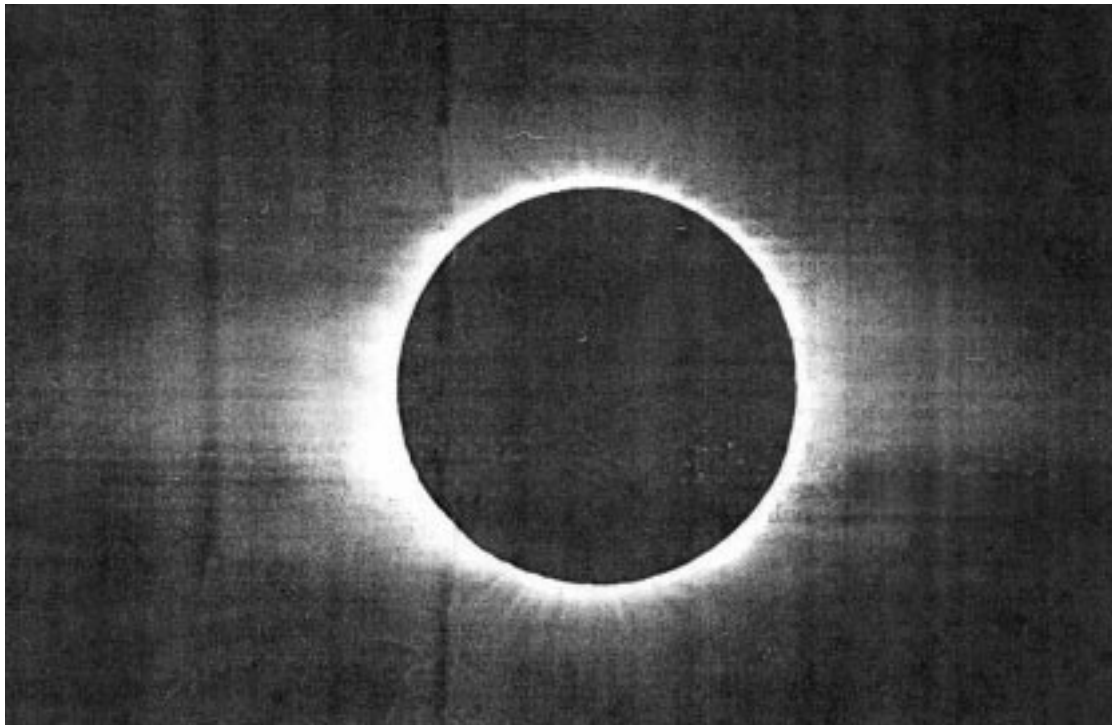
Jedan od događaja koji su obilježili 1999. godinu bila je djelomična pomrčina Sunca koja se vrlo lijepo mogla vidjeti u Hrvatskoj (vremenske prilike su bile povoljne, tj. na nebu nije bilo oblaka). U susjednim zemljama ta je pomrčina bila vidljiva u cijelosti, dok je u Hrvatskoj postotak prekrivenosti Sunca Mjesečevom sjenom bio od 88.9% (na Lastovu) do 98.8% (Čakovec).

Pomrčine Sunca ne traju dugo, obično nekoliko minuta. To je objašnjivo astronomskim parametrima Sunca i Mjeseca. Promatramo li Mjesec i Sunce za vrijeme potpune pomrčine Sunca, uočavamo da su sličnih kutnih dimenzija, tj. da oba tijela sa Zemlje vidimo pod kutom od približno 0.5°. Sunce je međutim puno veće od Mjeseca, ali je i puno udaljenije od Zemlje. S obzirom da sa Zemlje uočavamo da su gotovo istih kutnih dimenzija, zaključujemo da je Sunce toliko veće od Mjeseca koliko je i udaljenije od Zemlje. Promjeri Sunca i Mjeseca odnose se slično kao njihove srednje udaljenosti od Zemlje. Približni račun pokazuje da je Sunce kojih 400 puta veće od Mjeseca, i da je kojih 390 puta udaljenije od Zemlje

nego Mjesec. Da je Mjesec veći ili da je bliži Zemlji, pomrčine bi trajale duže, a da je manji ili udaljeniji od Zemlje, sa Zemlje se nikada ne bi mogla vidjeti potpuna pomrčina Sunca. S obzirom da su pomrčine Sunca ili Mjeseca rijetki događaji, u prošlosti su izazvali strah i paniku, uglavnom stoga jer najšira javnost nije znala uzroke ove prirodne pojave. No, i danas te pojave potiču razmišljanja o našem postojanju i našoj važnosti u svemiru, pa kao što neki novinski naslovi sugeriraju, u tom trenutku shvaćamo kako smo maleni ispod zvijezda, ali i što za nas znači postojanje termionuklearne peći kako novinari ponekad nazivaju Sunce.

Premda je u Zagrebu pomrčina Sunca bila djelomična, i cijeli je proces relativno kratko trajao, bilo je zanimljivo promatrati ponašanje životinja i kukaca u našoj bližjoj okolici. Sudeći prema opisu koji slijedi, pčele su bile prilično zbunjene.

U noći između 10. kolovoza i 11. kolovoza preko naših krajeva prešla je fronta, palo je nešto kiše, malo je zahladilo, pa su pčele iz promatrane



**Slika 18. Potpuna pomrčina Sunca 11. kolovoza 1999. snimljena sa područja Mađarske.**

košnice počele masovnije izlaziti oko 8 sati ujutro. Normalni radni ritam nastavio se do samog početka pomrčine Sunca. Prosječno je u minuti iz košnice izlazilo 56 pčela, a ulazilo 45. Temperatura oko košnice bila je u početku pomrčine 22.5 °C i lagano je padala kako je proces pomrčine odmicao. Što se više proces pomrčine bližio svom središnjem dijelu, to je više pčela ulazilo, a sve manje izlazilo iz košnice. U sredini pomrčine Sunca, u 12 sati i 48 minuta temperatura je iznosi-

la 21.7 °C, u košnicu je ušlo 7 pčela, a izašle su 3 pčele. Potpuni mir u košnici nastupio je u 12 sati i 57 minuta, a u 13 sati izmjerena je najniža temperatura za vrijeme pomrčine koja je iznosila je 21.2 °C. U tom trenutku 6 je pčela izašlo iz košnice, a niti jedna nije ušla. U 13 sati i 3 minute izašlo je još 8 pčela, a ušle su 2 pčele. U 13 sati i 15 minuta pčelinjak je živio uobičajenim ritmom.

