

ISSN 1331-6001

REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

BILTEN

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

5 / 99

**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**

5 / 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 Srnc, dipl. inž.)	6
HIDROLOŠKE PRILIKE (Đurđica Petek)	11
EKOLOŠKE PRILIKE	
Meteorološke karakteristike (Vesna Đuričić, dipl. inž.)	13
Onečišćenje zraka i oborine (mr. Višnja Šojat)	14
BIOMETEOROLOŠKE PRILIKE (mr. Ksenija Zaninović)	16
AGROMETEOROLOŠKE PRILIKE (mr. Dražen Kaučić)	16
OBRANA OD TUČE (Damir Peti, dipl. inž.)	19

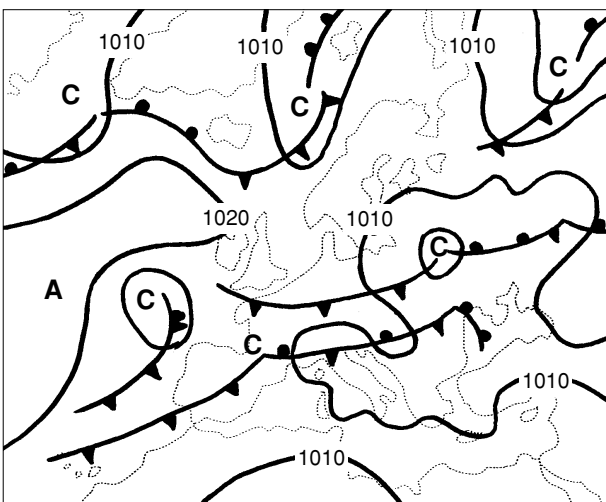
VREMENSKE PRILIKE

Sinoptička situacija

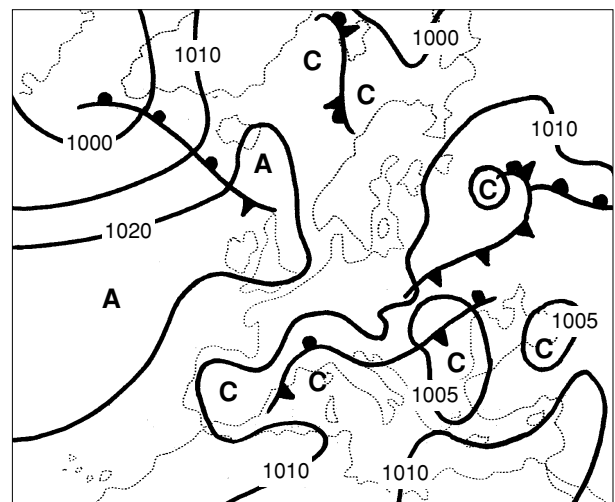
U razdoblju od 1. do 3. svibnja pod utjecajem polja malo povišenog tlaka zraka, prevladavalo je sunčano i toplo vrijeme. Zbog kruženja manje količine vlažnog zraka, poslijepodne je bilo mjestimičnih pljuskova. Frontalni sustav i jugozapadno visinsko strujanje su 4. svibnja uvjetovali većinom umjereno do znatno oblačno vrijeme. Ciklona se nalazila nad zapadnim i srednjim Sredozemljem. U našoj zemlji je bilo toplo, a mjestimice je padala kiša. Sljedećeg je dana bilo oblačno, s najviše oborina u Gorskom kotaru i Lici. Pritjecanjem hladnijeg zraka iza frontalnog sustava, osjetno je osvježilo. Nakon prolaska fronte, 6. svibnja, bilo je hladnije, ali dosta sunčano. Uslijed prolaska tople fronte, 7. svibnja je bilo umjerene naoblake, a temperatura zraka je malo porasla. Hladna fronta se 8. svibnja nalazila zapadno od Alpa, a 9. svibnja se zajedno s visinskom dolinom premjestila preko naše zemlje.

Stoga je prevladavalo oblačno vrijeme, ponegdje s kišom. Ponovno je osvježilo.

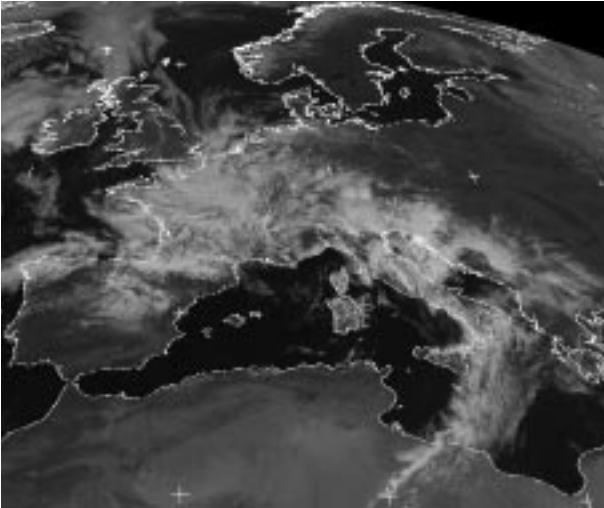
Nakon toga, u razdoblju od 10. do 12. svibnja, polje povišenog tlaka zraka i visinski greben uvjetovali su barem djelomice sunčano i toplo vrijeme. Jedino je u sjevernim područjima zemlje povremeno bilo više oblaka, a ponegdje i slabe kiše. Nakon toga se iz sjeverozapadne Europe prema našim krajevima počela spuštati hladna fronta te je u našu zemlju prodirao svježiji zrak. Zato je od 13. do 16. svibnja bilo promjenjivo i nestalno vrijeme, s čestim pljuskovima i grmljavinom. Hladna fronta se 15. svibnja poslijepodne nalazila nad istočnim krajevima naše zemlje, a sa sjeverozapada se približavao još jedan frontalni sustav. Mjestimice je bilo izraženih oblaka vertikalnog razvoja, tako da je 13. svibnja nad zagrebačkim po-



Slika 1. Prizmna sinoptička situacija
15. svibnja 1999. u 00 UTC.



Slika 2. Prizmna sinoptička situacija
15. svibnja 1999. u 18 UTC.



Slika 3. Satelitska slika oblaka u vidljivom dijelu spektra 20. svibnja 1999.

dručjem, a 14. svibnja i ponegdje u Slavoniji došlo do olujnog nevremena s tučom. Slike 1 i 2 prikazuju prizemnu sinoptičku situaciju 15. svibnja kada su se hladna fronta i plitka ciklona premjestile na istok. Zatim je 17., 18. i 19. svibnja bilo djelomice ili pretežno sunčano i uglavnom bez oborina. Na vrijeme je utjecalo polje povišenog tlaka zraka, a ciklona se nalazila nad jugozapadnim Sredozemljem.

Hladna fronta u sklopu te ciklone se 20. i 21. svibnja premjestila preko naših krajeva. Zatim se nad našom zemljom, i prizemno i u višim slojevima atmosfere, nalazila ciklona. Vrijeme je bilo veoma nestabilno, a najviše kiše je palo u sjevernom primorju u noći od 20. na 21. svibnja. Na Rabu primjerice 150 l/m^2 .

Na satelitskoj slici u vidljivom dijelu spektra vidi se naoblaka 20. svibnja u 12 UTC.

Sljedećih dana je iz zapadne Europe jačao ogranak anticiklone, a u zapadnoj i jugozapadnoj visinskoj struji je stao pritjecati sve topliji zrak. Stoga je do kraja mjeseca prevladavalo sunčano i veoma toplo vrijeme. Zbog pritjecanja vlažnijeg zraka bilo je sparno, ali je samo 28. svibnja navečer bilo lokalnih pljuskova praćenih grmljavinom.

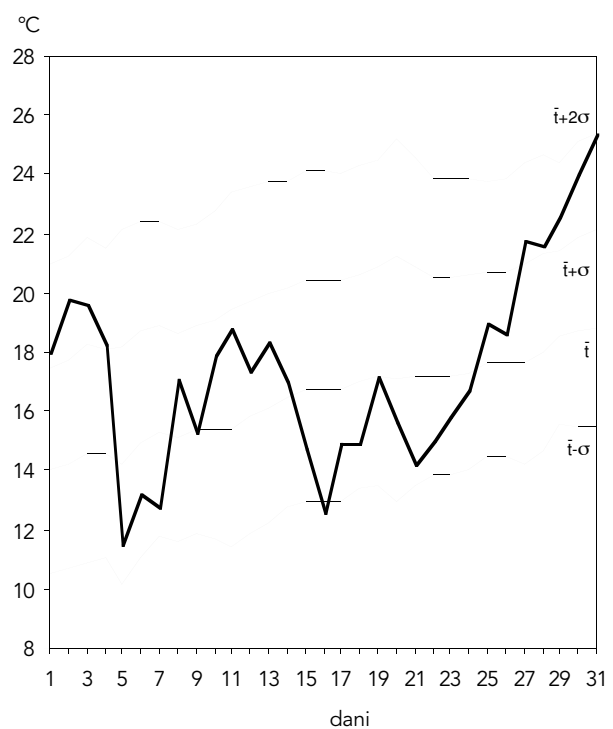
Klimatološki pregled

Mjesec svibanj je na svim postajama u Hrvatskoj bio topliji od prosjeka. Odstupanja od prosjeka su se kretala od $0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ u Daruvaru do $2.0 \text{ }^\circ\text{C}$ u Bjelovaru. Anomalije manje od $1 \text{ }^\circ\text{C}$ su zabilježene samo na 3 od 23 analizirane glavne meteorološke postaje. Temperaturna odstupanja takvog raspona okarakterizirala su najveći dio Hrvatske toplim.. Istra i veliki dio Jadranske obale

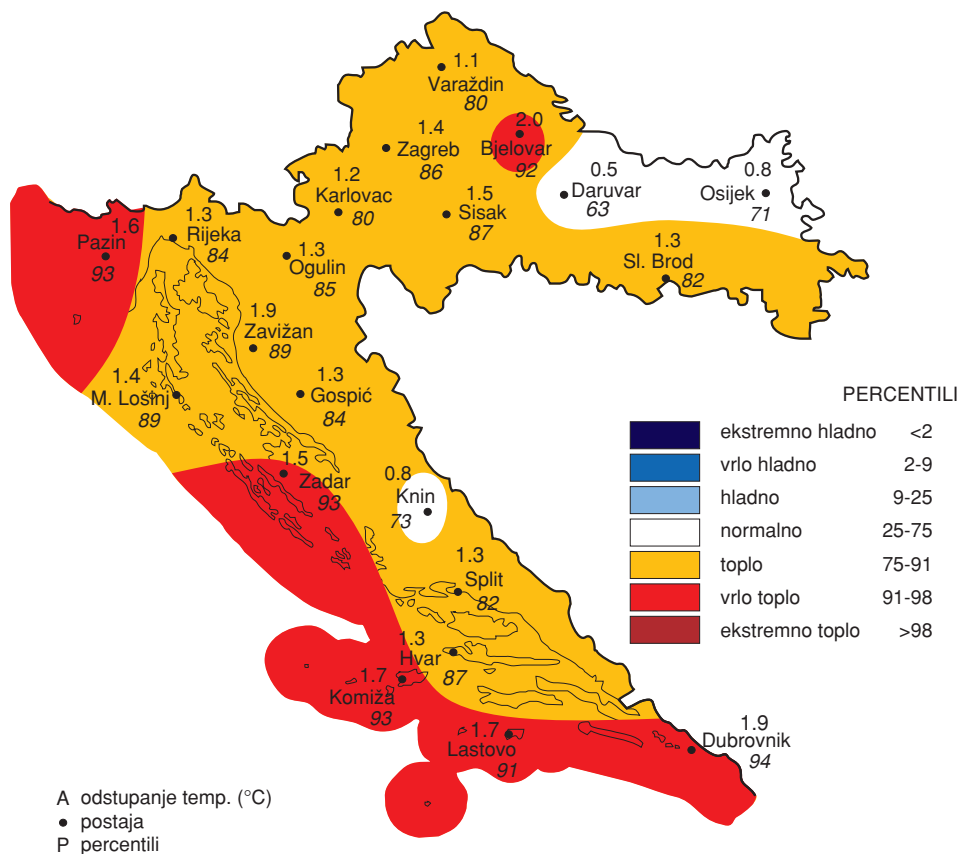
te područje Bjelovara u unutrašnjosti kontinenta, su bili vrlo topli, dok je područje Daruvara, Osijek i Knina bilo normalno.

Srednje mjesečne temperature zraka u svibnju su iznosile između $8.1 \text{ }^\circ\text{C}$ na Zavižanu i $20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ u Dubrovniku i na opservatoriju Split-Marjan. Gledano po dekadama temperatura je od početka mjeseca postupno rasla, pa je posljednja dekada bila najtoplija, u prosjeku $18.8 \text{ }^\circ\text{C}$. Najviša srednja dnevna temperatura zabilježena je na najvećem broju postaja posljednjeg dana mjeseca, a najtoplije je bilo u Bjelovaru, $25.8 \text{ }^\circ\text{C}$. U usporedbi s tridesetgodišnjim dnevnim temperaturama zraka odstupanja su bila znatna, kako pozitivna tako i negativna. Maksimalno pozitivno odstupanje je zabilježeno 31. svibnja u Ogulinu gdje je srednja dnevna temperatura zraka bila $8.4 \text{ }^\circ\text{C}$ viša od prosječne, a najveće negativno odstupanje 6. svibnja u Osijeku, $-5.5 \text{ }^\circ\text{C}$.

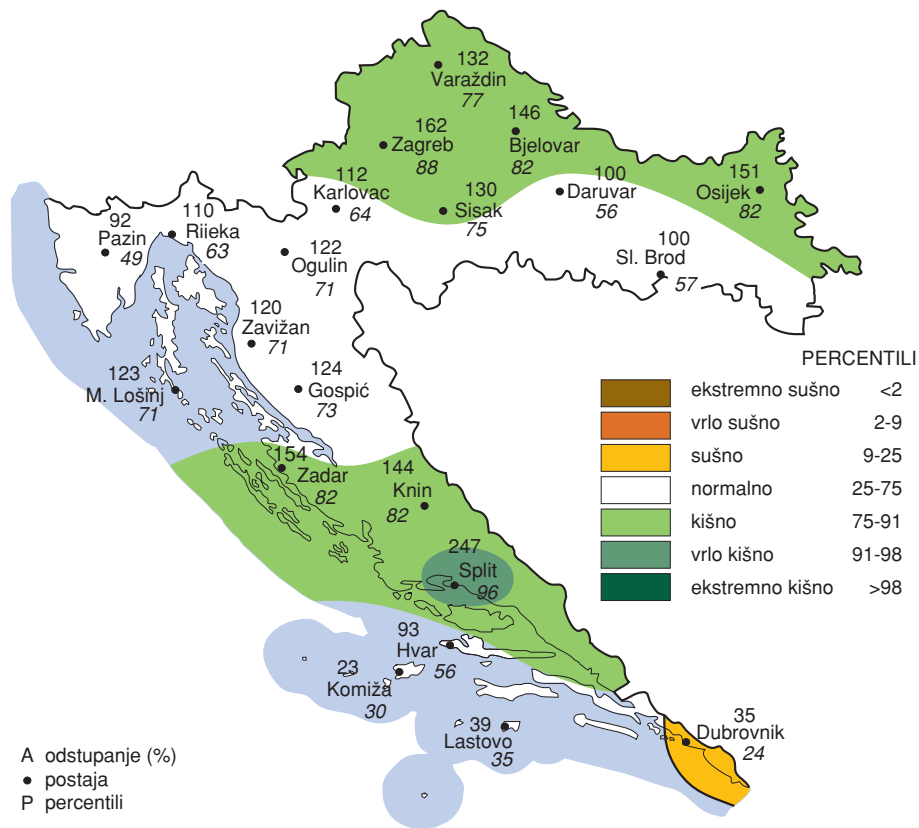
Srednje maksimalne temperature zraka su bile između $12.4 \text{ }^\circ\text{C}$ na Zavižanu i $24.0 \text{ }^\circ\text{C}$ u Kninu. U odnosu na tridesetgodišnji prosjek, maksimalne temperature zraka su bile i do $2.6 \text{ }^\circ\text{C}$ više (Zavižan). Najviše maksimalne temperature zraka su na najvećem broju postaja izmjerene posljednjeg dana svibnja, a najtoplije je bilo u Bjelovaru gdje je 31. svibnja izmjereno $32.4 \text{ }^\circ\text{C}$. Krajem prve dekade, a potom ponovo i pod kraj druge dekade na kontinentalnim postajama je zabilježeno zahlađenje izraženije od onog na priobalnim postajama. Međutim, jednako tako je zatopljenje pred kraj mjeseca bilo izraženije na kontinentu. "Topli dan"



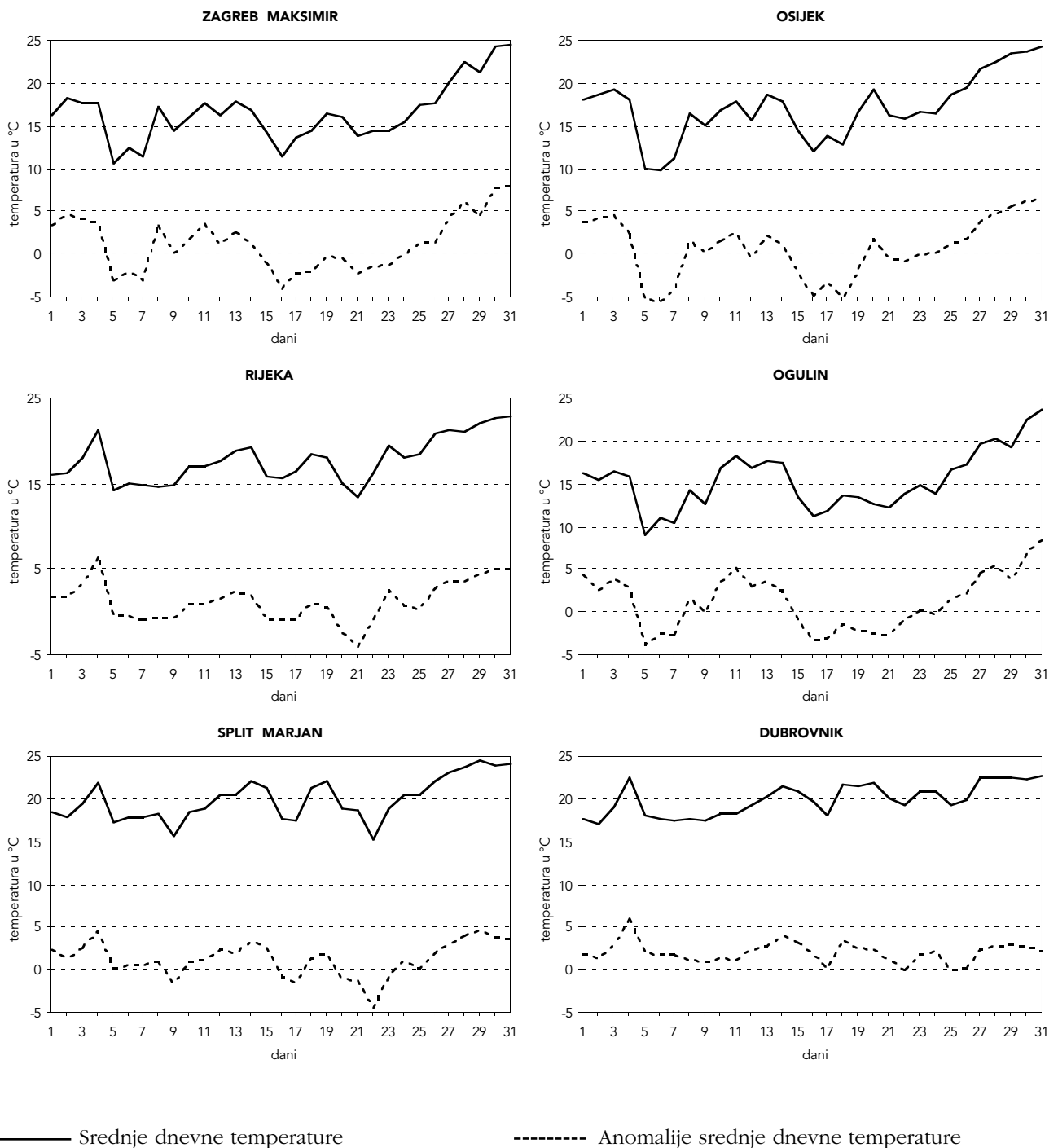
Slika 4. Srednja dnevna temperatura zraka (Zagreb-Grič) za SVIBANJ 1999. godine u usporedbi s dugogodišnjim srednjim vrijednostima (\bar{t}) i standardnim devijacijama (σ) (1862.-1990.).



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



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

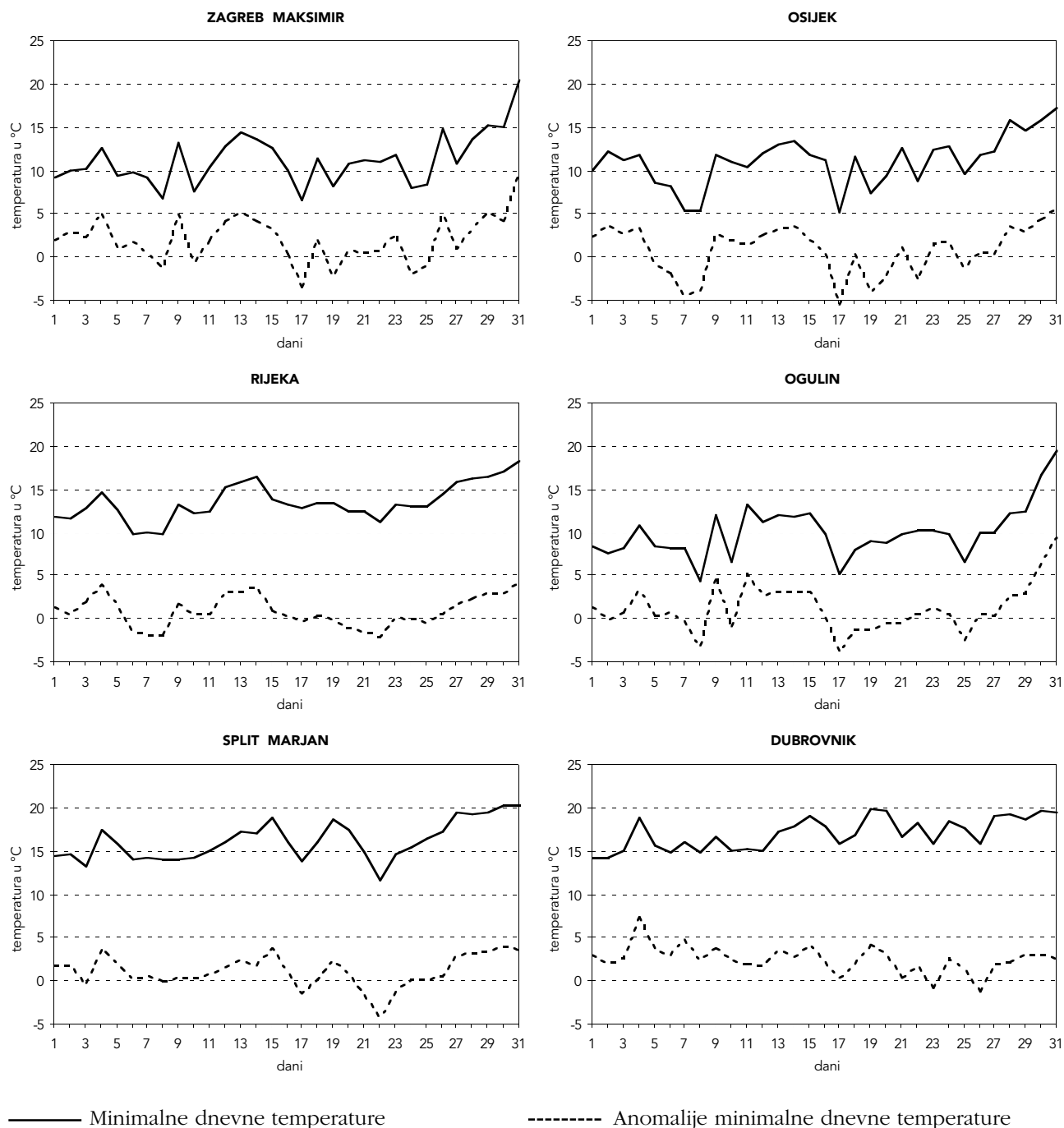


Slika 7. Srednje dnevne temperature zraka (°C) i njihove anomalije (°C) od dnevnog srednjaka za razdoblje 1961.-1990. (za Dubrovnik 1978.-1990.) u SVIBNJU 1999. godine.

je prema definiciji dan u kojem maksimalna temperatura zraka iznosi najmanje 25 °C. U ovogodišnjem svibnju je bilo do 12 takvih dana (Knin). Maksimalna temperatura zraka iznad 30 °C ukazuje kako je riječ o “vrućem danu”, a takvih je dana bilo maksimalno tri i to u Bjelovaru u poljednja tri dana mjeseca.

Srednje minimalne temperature zraka su posvu-

da bile veće od tridesetgodišnjih prosječnih temperatura zraka. Odstupanja su se kretala od 0.2 °C u Kninu do 2.8 °C u Bjelovaru. Najniža minimalna temperatura zraka izmjerena je 17. svibnja na Zavižanu i iznosila je -0.1 °C. To je bio i jedini dan u svibnju s negativnom temperaturom zraka. U svibnju su također na pojedinim postajama zabilježeni dani s “toplom

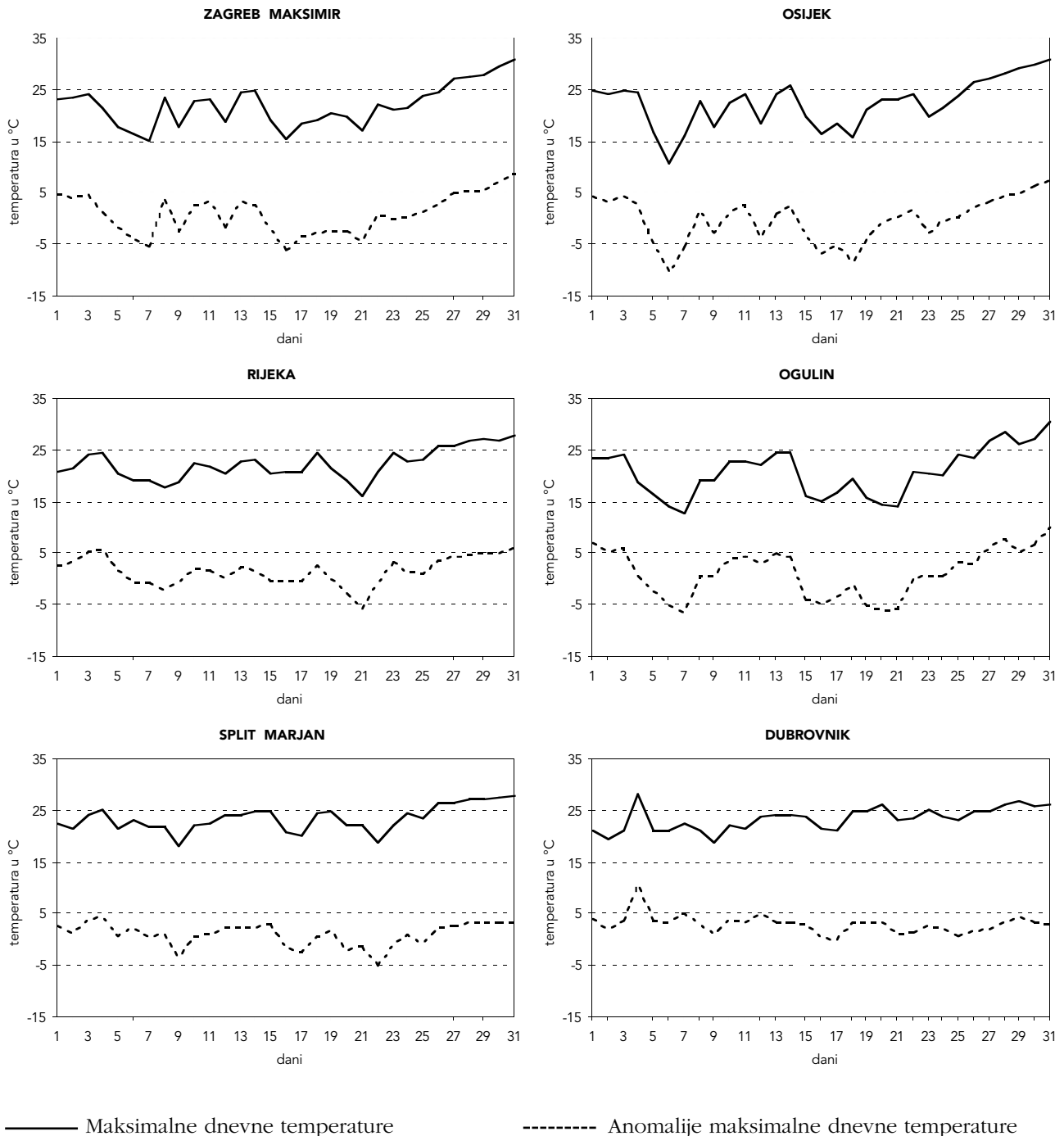


Slika 8. Minimalne dnevne temperature zraka (°C) i njihove anomalije (°C) od srednjih dnevnih minimalnih temperatura zraka za razdoblje 1961.-1990. (za Dubrovnik 1978.-1990.) u SVIBNJU 1999. godine.

noći” u kojima je minimalna temperatura zraka bila veća ili jednaka 20 °C. Po jedna topla noć je zabilježena na postaji Zagreb-Grič, Zagreb-Maksimir, Zadar, Hvar i Komiža, a po dvije u Splitu na Marjanu i na Lastovu.

Svibanj 1999. je na većini postaja Hrvatske bio kišniji od prosjeka. Mjesečne količine oborine izražene u postocima prosječnih vrijednosti su se kretale između

28 % (u Komiži) i 247 % (na opservatoriju Split-Marjan). Manjak oborina u odnosu na prosjek zabilježen je u Pazinu i na krajnjem jugu Hrvatske. Prema raspodjeli percentila oborine, sjeverni i sjeveroistočni dijelovi Hrvatske, kao i veći dio Dalmacije, bili su kišni, dok je područje Splita (Marjan) bilo vrlo kišno.. Izraženiji manjak oborina imalo je područje Dubrovnika i ono je bilo sušno. Mjesečne količine oborine izmjerene u

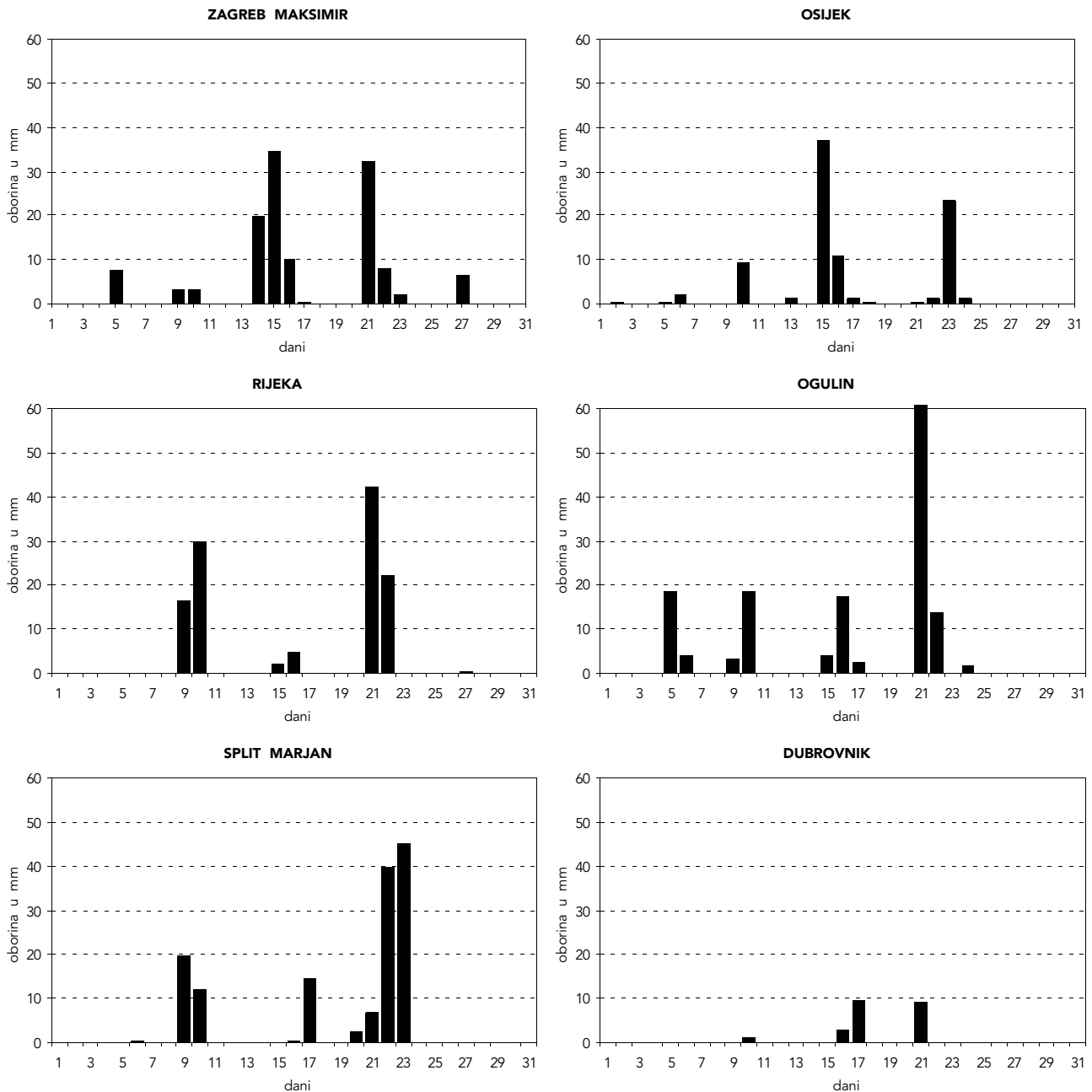


Slika 9. Maksimalne dnevne temperature zraka (°C) i njihove anomalije (°C) od srednjih dnevnih maksimalnih temperatura zraka za razdoblje 1961.-1990. (za Dubrovnik 1978.-1990.) u SVIBNJU 1999. godine.

svibnju kretale su se između 9.0 mm (na postaji Komiža) i 188.5 mm (na Zavižanu). Maksimalna dnevna količina oborine je izmjerena na Zavižanu 21. svibnja i iznosila je 93.7 mm. U povijesti meteoroloških mjerenja na postaji Zavižan, od 1953. do 1999., ovo je druga po redu količina oborine. Više oborine u jednom

danu je palo 1988. godine kada je izmjereno 123.1 mm.

Svibanj 1999. je posvuda bio sunčaniji od prosjeka. Najveće je odstupanje zabilježeno na Zavižanu gdje je bilo ukupno 246.0 sati sijanja Sunca, što je 42.0 sati više od svibanjskog prosjeka.



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

HIDROLOŠKE PRILIKE

Mjesec svibanj srednjim vodostajima uglavnom nije odstupao od prosjeka za period obrade (1946.-1996.).

Na Savi kod Zagreba zabilježeno je otjecanje u granicama prosječnih vrijednosti, a kod Slavonskog Broda višak otjecanja od 13%. Na Dravi kod Donjeg Miholjca višak otjecanja je iznosio 16 %. Vodostaj Kupe kod Karlovca pokazuje da se radilo o pro-

sječnom otjecanju Kupe.

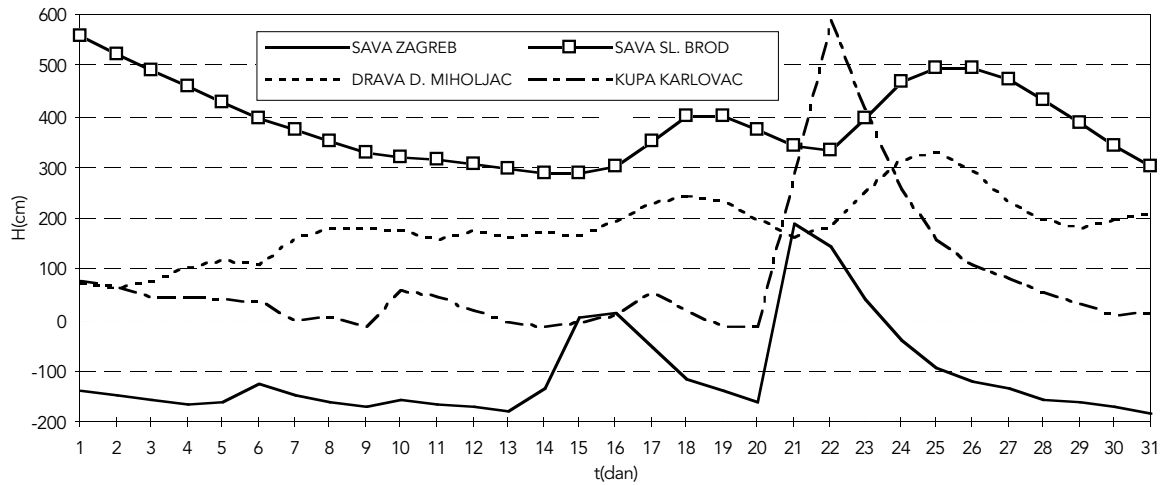
Redovna obrana od poplava zabilježena je na:

- Dravi kod Osijeka: 26. svibnja, 352 cm; 27. svibnja, 353 cm; 30. svibnja, 354 cm; 31. svibnja, 370 cm.

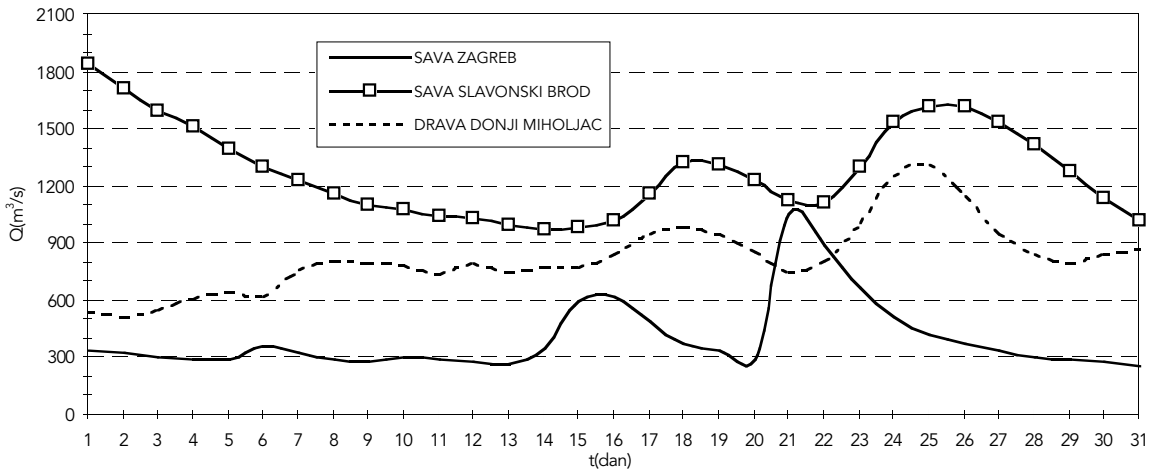
- Savi kod Crnca : 23. svibnja, 609 cm; 24. svibnja, 619 cm.

- Muri kod M. Središća: 22. svibnja, 345 cm.

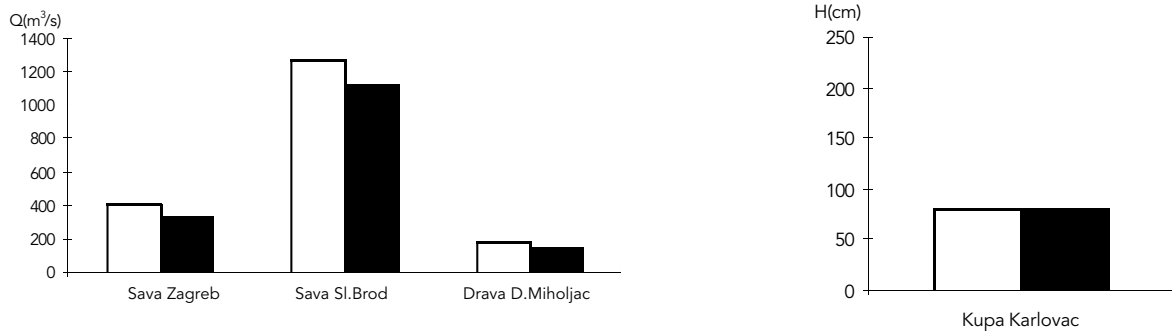
- Krapini kod Kupljenova :22. svibnja, 500 cm.



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



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



Slika 13. Prosječni mjesečni protok Q, odnosno vodostaj H za SVIBANJ za razdoblje 1946.-1995. Srednji mjesečni protok Q, odnosno vodostaj H za SVIBANJ 1999.

Tablica 1. Pregled hidroloških parametara za SVIBANJ 1999. godine.

Rijeka	Postaja	Parametar	Vrijednosti za SVIBANJ 1999.			Vrijednosti za SVIBANJ za period obrade*		
			min.	sred.	max.	min.	sred.	max.
Sava	Zagreb	H (cm)	-183	-105	190	-315	-64	396
		Q (m ³ /s)	255	403	1060	72.8	329	2245
Sava	Sl. Brod	H (cm)	289	389	496	21	344	783
		Q (m ³ /s)	976	1282	1620	235	1132	2747
Drava	D.Miholjac	H (cm)	64	187	332	-72	144	373
		Q (m ³ /s)	515	827	1310	272	715	1592
Kupa	Karlovac	H (cm)	-13	82	592	-86	81	796
		Q (m ³ /s)	-	-	-	-	-	-

* Period obrade 1946.-1995.

Stanje voda u SVIBNJU 1999.

SAVA - Vodnost u granicama prosječnih vrijednosti

DRAVA - Vodnost malo iznad prosječnih vrijednosti

KUPA - Vodnost u granicama prosječnih vrijednosti

Pripremno stanje je veći dio mjeseca bilo na:

- Savi gdje je zabilježen najviši vodostaj kod Jesenica D. od 262 cm (24. svibnja), Jasenovca od 676 cm (24. svibnja), Mačkovca od 712 cm (1. svibnja), Davora od 668 cm (25. svibnja), Sl.Broda od 565 cm (1. svibnja), Sl. Šamca od 454 cm (1. svibnja), Županje od 703 cm (1. svibnja).

- Dravi kod D. Miholjca od 332 cm (26. svibnja), Belišća od 432 cm (26. svibnja), Osijeka od 319 cm (23. svibnja).

- Dunavu kod Vukovara od 562 cm (31. svibnja)

- Kupi kod Radenaca od 326 cm (21. svibnja), Karlovca od 623 cm (22. svibnja), J.Kiselice od 512 cm (22. svibnja).

- Muri kod M.Središća od 310 cm (21. svibnja).

- Krapini kod Kupljenova od 460 cm (21. svibnja), Korani kod Veljuna od 309 cm (21. svibnja) i D. Dobri kod Lešća od 201 cm (21. svibnja).

Detaljan pregled hidroloških parametara za SVIBANJ 1999. godine prikazan je u tablici 1, dok su nivogrami i hidrogrami kao i odnos prosječnih vrijednosti H i Q za SVIBANJ 1999. prikazani na slikama 11, 12 i 13.

EKOLOŠKE PRILIKE

Meteorološke karakteristike

U svibnju ove godine prizemni granični sloj atmosfere nad širim područjem Zagreba bio je uglavnom stabilno stratificiran (E, F ili G kategorije stabilnosti po Pasquillu, tablica 3). Nakon izlaska sunca, zbog zagrijavanja zraka i tla, atmosfera uz tlo se labilizirala, najčešće samo do neutralne stratifikacije, ali u trećini slučajeva i do vrlo labilne (tablica 3). Treba naglasiti da je vrlo labilan bio samo tanki sloj zraka neposredno uz tlo, debljine u pravilu manje od 100 metara. Uz takvu stabilnost, tijekom noći, najčešće su postojale uglavnom plitke prizemne temperaturne inverzije (tablica 4), iznad kojih je u većini slučajeva bio i sloj podignute, odnosno visinske inverzije. Samo četiri dana bila je podignuta inverzija, a da nije bilo prizemne, dok tri dana uopće nije bilo inverzije temperature. Tijekom dana prizemni inverzioni sloj se razbio, a podignuti se, u većini slučajeva, još izdignuo, pa su tijekom dana visinske temperaturne inverzije bile najčešće (tablica 4). Tijekom noći u 42% slučajeva nije bilo uvjeta za miješanje zraka po vertikali. U nekoliko situacija teoretski je bilo moguće miješanje u sloju do 1000, pa i

Tablica 2. Apsolutni (N) i relativni (%) broj dana sa visinom sloja miješanja prema visinskim mjerenjima u Zagrebu za SVIBANJ 1999.

Visina sloja miješanja (m)	noć		dan	
	N	%	N	%
ne postoji	13	42	0	0
< 250 m	1	3	0	0
251-1000 m	4	13	10	33
1001-2500 m	5	16	19	64
> 2500 m	8	26	1	3
ZBROJ	31	100	30	100

Tablica 3. Apsolutni (N) i relativni (%) broj dana sa pojedinom kategorijom stabilnosti prema Pasquillu u prizemnom sloju zraka u Zagrebu za SVIBANJ 1999.

Stabilnost	noć		dan	
	N	%	N	%
A - jako labilno	0	0	10	33
B - umjereno labilno	0	0	0	0
C - malo labilno	0	0	0	0
D - neutralno	6	19	20	67
E - malo stabilno	7	23	0	0
F - umjereno stabilno	13	42	0	0
G - jako stabilno	5	16	0	0
ZBROJ	31	100	30	100

Tablica 4. Apsolutni (N) i relativni (%) broj slučajeva sa slojem inverzije temperature prema visinskim mjerenjima u Zagrebu za SVIBANJ 1999.

Sloj inverzije	noć		dan	
	N	%	N	%
ne postoji	3	10	10	33
prizemna	22	71	0	0
podignuta	6	19	3	10
visinska	11	35	17	57

2500 metara, a u 26% slučajeva sloj miješanja je praktički bio neograničen (tablica 2). Tijekom dana sloj miješanja je najčešće bio debljine između 1000 i 2500 metara, što je vrlo dobro sa stajališta zaštite okoliša, jer omogućuje dobar rasap onečišćenja, pa su njegove koncentracije pri tlu male.

Vjetar je na području Zagreba bio slab, promjenjivog smjera (slika 14). Najčešće su bile tišine, tj. situacije bez vjetera, a kada je bilo vjetera, najčešći smjer

je bio jug-jugoistok, ali su većih brzina bili u centru grada zapadni, u istočnom dijelu grada sjeveroistočni, a na okolnom gorju jugoistočni vjetrovi. Zbog promjenjivog smjera i malih brzina vjetera, mjesečni vektorski srednjak, prikazan na slici 14, bio je vrlo malog modula, a također i iz njega izračunat koeficijent provjetravanja grada Zagreba (zrak se na području grada izmijenio sa okolnim samo 0.05 puta u satu).

Na području Zagreba bilo je nešto više oborine od višegodišnjeg prosjeka. Uglavnom je to bila kiša, a bilo je i nekoliko dana sa pljuskom kiše i nevremenom (6 dana s pljuskom zabilježeno je na Griču, a po 3 u Maksimiru i na Puntijarki). Pljusak kiše dobro opere atmosferu na lokalnoj razini, ali s obzirom da se oblačni sustav (kumulonimbus) razvijao na svojoj putanji (trajektoriji), sakupio je onečišćenje zraka i na regionalnoj razini. Zato je mokro taloženje izmjereno na području Zagreba bilo regionalnog i lokalnog podrijetla.

Kao što se vidi na slici 14. vjetar je bio slab na većini promatranih lokacija u Hrvatskoj. Na mnogim mjestima najčešće su bile tišine (Zagreb, Ogulin, Gospić, Šibenik, Dubrovnik). Vjetar je bio promjenjivog smjera, a stalnost vektorskog srednjaka mala čak i u priobalnim gradovima gdje je obično veća nego u kopnenim krajevima. Jedino je na području Senja stalnost vektorskog srednjaka bila 83% jer je tamo najčešće bura. Zbog slabog i promjenjivog vjetera, mali su bili i koeficijenti provjetravanja promatranih gradova. Najslabije je bilo provjetravanje Zagreba, a najbolje Šibenika (slika 14). Uz takve uvjete strujanja mogućnosti za značajan prijenos onečišćenja na veće udaljenosti su male. Uslijed dobrih uvjeta za disperziju (kao npr. u Zagrebu) i dizanja do nivoa strujanja na sinoptičkoj skali (plohe 925 hPa i 850 hPa) dio onečišćenja čije vrijeme života u atmosferi je dulje, bilo je uključeno u daljinski prijenos.

Količina oborine je u većem dijelu Hrvatske (osim područja Dubrovnika) bila veća od višegodišnjeg prosjeka. Stoga je i mokro taloženje moglo biti veće, ako je bilo onečišćenja zraka plinovima i česticama.

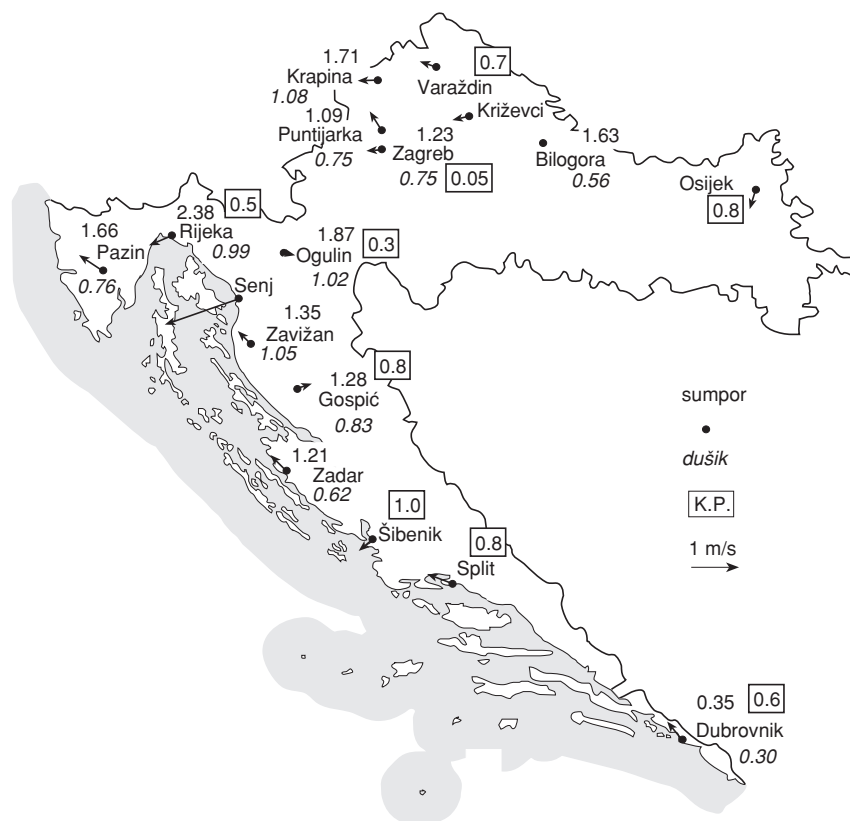
Onečišćenje zraka i oborine

Tijekom mjeseca masene koncentracije sumporovog i dušikovog dioksida bile su unutar preporučenih vrijednosti. Maksimalna koncentracija sumporovog dioksida iznosila je $38 \mu\text{g}^{-3}$ i izmjerena je na meteorološkoj postaji u Rijeci (Kozale) 2./3. svibnja, dok je najveća koncentracija dušikovog dioksida bila $24 \mu\text{g m}^{-3}$, a izmjerena je na mjernoj postaji Zagreb - Grič 27./28. svibnja i 28./29. svibnja.

Onečišćenje prispjelo oborinom u svibnju je bilo manje nego u travnju. Na to upućuju rezultati analize prikupljenih uzoraka prikazani u tablici 5 kao i

Tablica 5. Rezultati kemijske analize oborine i onečišćenja zraka u Hrvatskoj za SVIBANJ 1999.

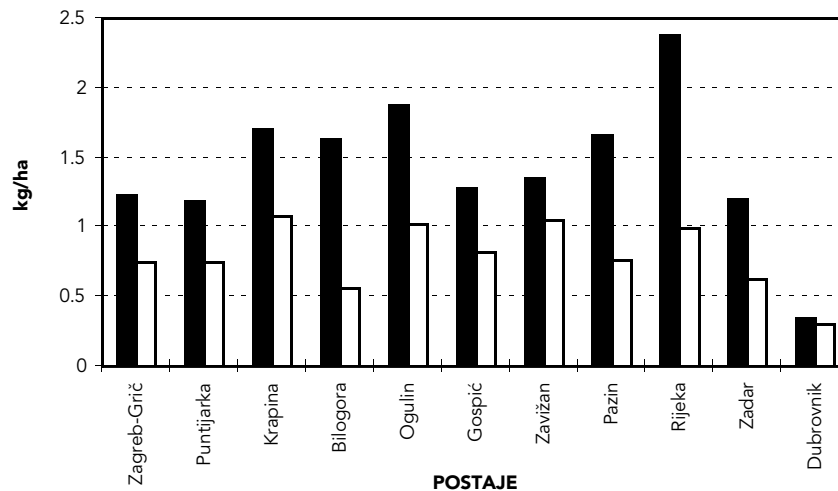
Postaja	O B O R I N A				Z R A K						
	RRu RRmj	%	N _A	pH	pH min-max	SO ₄ ²⁻ -S	NO ₃ ⁻ -N	SO ₂	SO _{2max}	NO ₂	NO _{2max}
						mg / L		µg / m ³			
Zagreb-Grič	99		12	6.00	5.65-7.40	0.85	0.52	0	2	13	24
Puntijarka	81		14	5.67	4.59-6.67	0.96	0.60	0	0	3	7
Krapina	100		15	5.48	4.77-7.70	1.03	0.66	-	-	-	-
Bilogora	100		11	6.22	5.91-7.53	2.27	0.80	-	-	-	-
Ogulin	100		11	6.39	5.54-7.03	1.24	0.68	-	-	1	4
Gospić	100		9	6.67	5.80-7.19	0.97	0.62	-	-	1	3
Zavižan	100		8	5.97	5.34-6.74	0.72	0.56	0	0	1	3
Pazin	100		12	6.08	5.71-7.36	2.01	0.94	-	-	-	-
Rijeka	100		6	6.63	6.08-7.11	2.02	0.84	10	38	7	13
Zadar	99		7	6.19	5.51-7.69	1.29	0.66	-	-	3	19
Dubrovnik	94		3	6.31	6.14-6.48	1.61	1.39	-	-	1	4



Slika 14. 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 SVIBANJ 1999. godine

ukupno mjesečno taloženje sumpora i dušika (slika 14). Kiše su bile uglavnom slabo do srednje kisele, tj. izmjerena pH vrijednost se kretala od 5.54 do 4.59. Kisele kiše zabilježene su u Ogulinu, na Zavižanu

(Velebit), u Zadru, u Krapini i na Puntijarki (Sljeme-Medvednica). Ukupno mjesečno taloženje sumpora određenog u obliku sulfata variralo je od 0.35 kg ha⁻¹ (Dubrovnik) do 2.38 kg ha⁻¹ (Rijeka), a dušika iz ni-



Slika 15. Ukupno mjesečno taloženje sumpora iz sulfata ■ i dušika iz nitrata □ za SVIBANJ 1999.

trata od 0.30 kg ha^{-1} (Dubrovnik) do 1.08 kg ha^{-1} (Krapina).

BIOMETEOROLOŠKE PRILIKE

Svibanj 1999. godine, koji je kao i višegodišnji prosječni svibanj bio ugodan, samo je u Slavanskom Brodu bio u granicama normale, dok je u Zagrebu i Splitu bio znatno topliji nego što je to uobičajeno.

Veći dio prve dekade svibnja obilježen je pretežno ugodnim jutrima i večerima te ugodnim ili toplim popodnevim. Sredinom dekade došlo je do zahlađenja koje je donijelo nekoliko hladnih jutara te svježih popodneva i večeri. Ova je dekada u Slavanskom Brodu bila u granicama normalnih biometeoroloških prilika, u Splitu je bilo toplije od uobičajenog, dok su u Zagrebu jutra bila u granicama normalnih biometeoroloških prilika, popodneva su bila toplija, a večeri znatno toplije od normalnih.

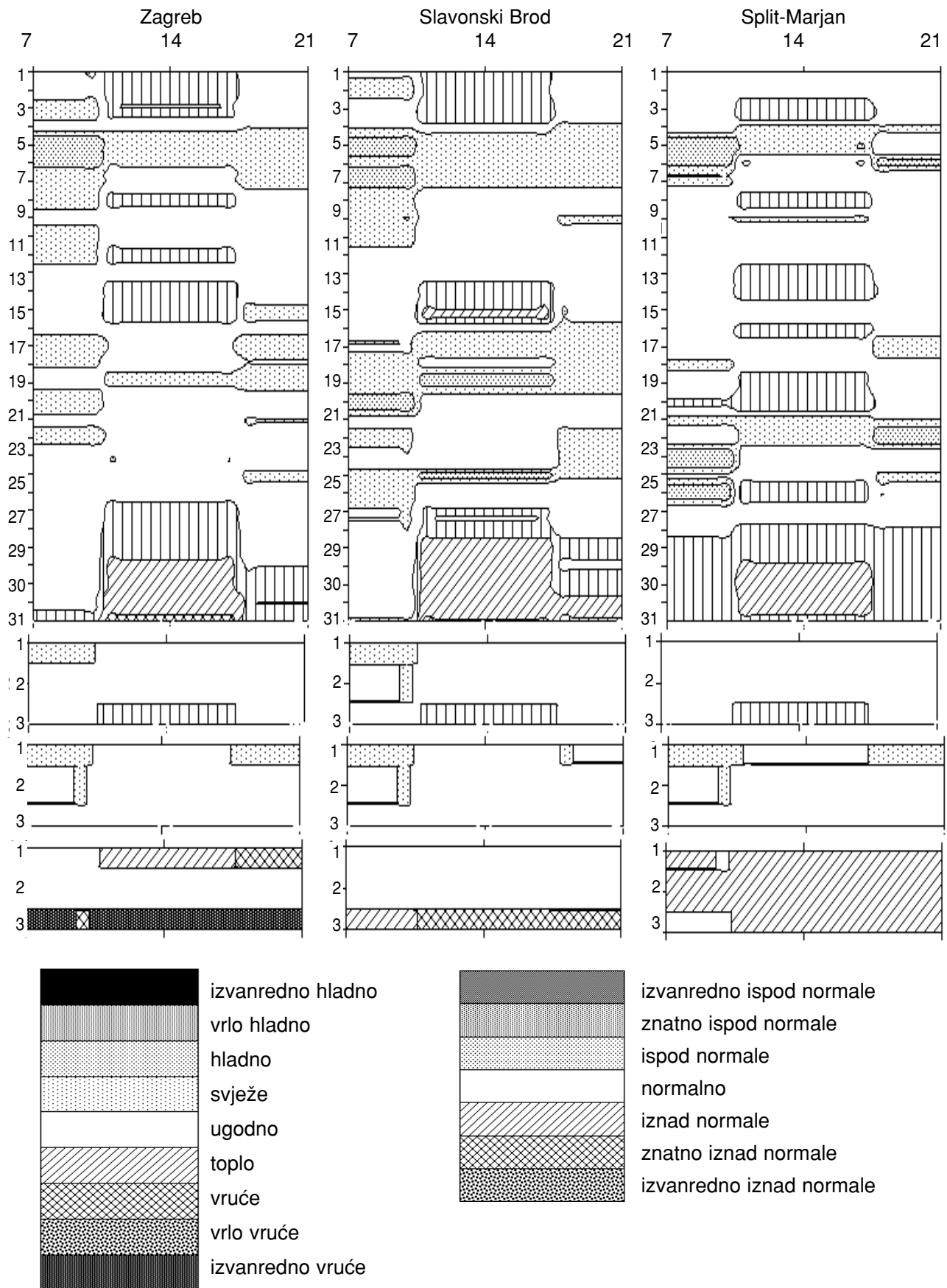
Biometeorološke prilike u drugoj dekadi svibnja najmanje su odstupale od normalnih, pa je uglavnom prevladavalo ugodno tijekom čitavog dana, s nekoliko toplih popodneva. U kontinentalnom dijelu Hrvatske krajem dekade su takve biometeorološke prilike prekinute hladnim prodorom koji je bio jače izražen u Slavanskom Brodu nego u Zagrebu. Tako je u Zagrebu u nekoliko navrata krajem dekade bilo svježije, dok je u Slavanskom Brodu drugi dio dekade bio pretežno svjež, a u nekoliko je slučajeva bilo i hladno. Ova je dekada u Zagrebu i Slavanskom Brodu bila u granicama normalnih biometeoroloških prilika, dok je u Splitu bilo toplije nego li je uobičajeno.

Posljednja dekada je bila najtopliji dio ovogodišnjeg svibnja. Nakon zahlađenja do kojeg je u kontinentalnom dijelu Hrvatske došlo krajem druge dekade, a u Splitu početkom treće dekade, prvi su dani posljednje svibanjske dekade bili ugodni, s povremeno svježim, pa i hladnim epizodama. U drugom dijelu dekade je zatopljilo te su uz pretežno ugodna, a na obali i topla jutra, popodnevna bila uglavnom topla ili vruća, a večeri tople. U ovoj su dekadi u granicama normalnih biometeoroloških prilika bila samo jutra u Splitu. Toplija od normale bila su jutra u Slavanskom Brodu te popodnevna i večeri u Splitu. Značajnim odstupanjem od normalnih biometeoroloških prilika mogu se smatrati popodnevna i večeri u Slavanskom Brodu koji su bili znatno topliji, te svi termini motrenja u Zagrebu koji su bili izvanredno topliji od normale.

AGROMETEOROLOŠKE PRILIKE

Ovog je mjeseca ječam klasao, pšenica se nalazila u fazi vlatanja, kukuruz i suncokret su nicali, a šećerna repa je razvila četiri listića.

Poljodjelci su zbog čestih oborina bili nezadovoljni vremenom. Naime, sjetva se često morala prekinuti jer je tlo i na brdovitim terenima neko vrijeme bilo pretjerano vlažno. Ipak, neki poljodjelci su bili zadovoljni vremenom zbog visoke maksimalne temperature zraka koja je, primjerice u Slavanskom Brodu iznosila $30.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$, u Varaždinu $31.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, a u Bjelovaru $32.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ te je vegetacija u tim krajevima Hrvatske krenula i 7 dana ranije.



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

Tablica 6. Dekadne vrijednosti oborine, potencijalne i stvarne evapotranspiracije (mm) za postaje Osijek, Slavonski Brod, Zagreb i Bjelovar u SVIBNJU 1999. godine.

Postaja	Oborine (mm)			Potencijalna evapotrans. (mm)			Stvarna evapotrans. (mm)		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Osijek	12.2	50.3	26.3	24.5	25.1	41.0	24.5	25.1	41.0
Slavonski Brod	1.5	52.0	19.8	24.5	26.5	38.4	24.5	26.5	38.4
Zagreb	14.2	65.0	49.2	24.5	23.3	33.2	24.5	23.3	33.2
Bjelovar	16.4	48.8	49.3	25.6	27.0	41.8	25.6	27.0	41.8



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

Temperature tla

Tlo je na 5 cm dubine u odnosu na prosječne mjesečne višegodišnje vrijednosti, ovog mjeseca bilo u Osijeku toplije 1.0 °C, u Zagrebu 1.9 °C, u Križevcima 2.0 °C, a u Bjelovaru 2.4 °C. Podatak da su se temperature tla na 5 cm dubine u 7 sati ovog mjeseca kretale od 9 °C (Križevci) do 21 °C (Osijek), a u 14 sati narasle i do 35 °C (Križevci), ukazuje kako je tlo bilo dovoljno toplo za uspješno nicanje posijanih ratarskih, pa i povrtlarskih kultura.

Evapotranspiracija

Vlažnost tla tijekom prve dekade mjeseca bila je vrlo povoljna za obradu, rast i razvoj poljoprivrednih kultura zbog relativno male količine oborine. No, tijekom druge dekade mjeseca u okolici Zagreba su bile izmjerene količine oborine veće od vrijednosti potencijalne i stvarne evapotranspiracije, pa je tlo na 20 cm dubine bilo zasićeno vodom iznad poljskog vodnog kapaciteta. Treća dekada svibnja je bila znatno toplija od prve dvije; vrijednosti potencijalne i stvarne evap-

otranspiracije su porasle, a tlo na 20 cm dubine je postalo u istočnim kontinentalnim krajevima Hrvatske suho te je povrtlarske kulture trebalo navodnjavati.

Fenologija

Početak cvatnje bagrema, bazge i šipka u istočnim kontinentalnim krajevima Hrvatske je zabilježen 7. svibnja. Mliječna zrioba pšenice i ječma zamjećena je oko 20. svibnja, a krumpir je počeo cvjetati oko 29. svibnja. Prvi zreli plodovi ranih trešanja pojavili su se 30. svibnja. Krajem mjeseca započela je i kosidba livada.

OBRANA OD TUČE

Ove je godine zbog financijskog stanja i operativno tehničkih razloga, početak sezone obrane od tuče pomaknut s 15. travnja na 1. svibanj. Do početka sezone je korištenjem unutarnjih rezervi sredstava DHMZ-a i nesebičnim angažiranjem djelatnika COT-a, uspostavljen sustav na nivou rada protekle godine, osim na područjima županija dužnika u kojim za 1998. nisu uplaćena sredstva kojim se sufinancira služba te u njima nije bila uspostavljena raketna obrana. To su Međimurska, Požeško-slavonska i Krapinsko-zagorska županija. Ipak, krajem svibnja su nakon podmirjenja dugova, postavljene rakete na postaje Krapinsko-zagorske županije. Na cijelom branjenom području radilo se s 490 generatorskih postaja, od kojih su 207 u zapadnom dijelu imale i rakete.

Travanj je protekao očekivano mirno; samo je u jednom danu (22. travnja) bilo rijetke tuče i sugradice na području srednje Slavonije, ali bez šteta. U svibnju je u 17 dana bilo pojava nestabilnosti. Akcija obrane od tuče provodila se u 12 dana generatorima, a u 3 dana raketama, 14., 22. i 26. svibnja. Sugradice ili tuče je na postajama obrane od tuče bilo u 12 dana, u 136 slučajeva. U 4 dana nastala je šteta na, ili u okolini postaja i to u 32 slučaja. U akcijama je utrošeno 15.475 l otopine i 95 raketa.

Najnestabilnije vrijeme bilo je 13. i 14. svibnja. Tih dana se u kasno poslijepodne i predvečerje razvio i najjači oblačni sustav (kumulonimbus) i bilo je pojave tuče; prvog dana na području Zagorja i zapadne Posavine, a drugog dana na području srednje Slavonije.

Vremenska situacija i djelovanje 13. svibnja 1999.

Tijekom poslijepodneva i predvečeri došlo je do pojave nestabilnosti u bezgradijentnom polju tlaka zra-

ka. Uzrokovalo ju je pritjecanje vlažnog oceanskog zraka i nestabilna stratifikacija atmosfere. Nevrijeme je zahvatilo sjeverozapadni dio branjenog područja u vremenu od 16 sati do 21 sat. Na području radarskih centara Varaždin, Sljeme i Stružec djelovalo se prizemnim generatorima. Djelovanje raketama nije provedeno zbog korištenja zračnog prostora od strane NATO-a.

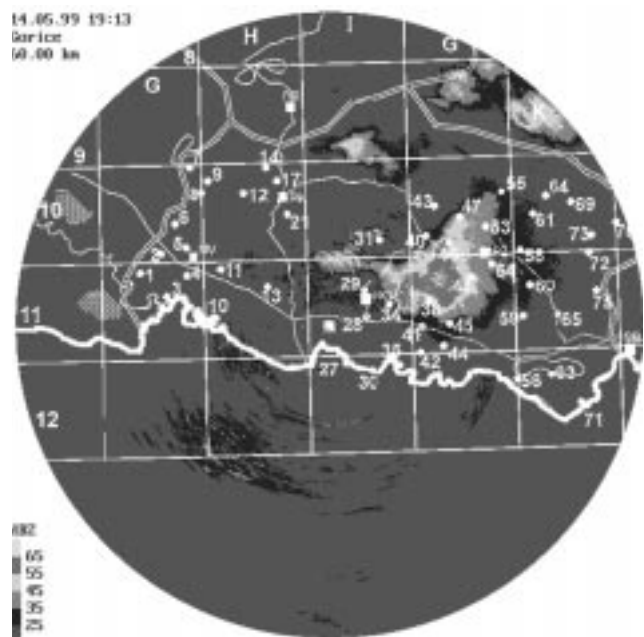
Uz jak vjetar i pljuskove kiše bilo je i sugradice i tuče. Sugradice je bilo na 10 postaja, a tuče na 13 od kojih na 7 i šteta na poljoprivrednim kulturama, od 10% do 30%. Najviše leda i najveće štete, bilo je u Hrvatskom zagorju.

U akcijama je utrošeno 370 l otopine.

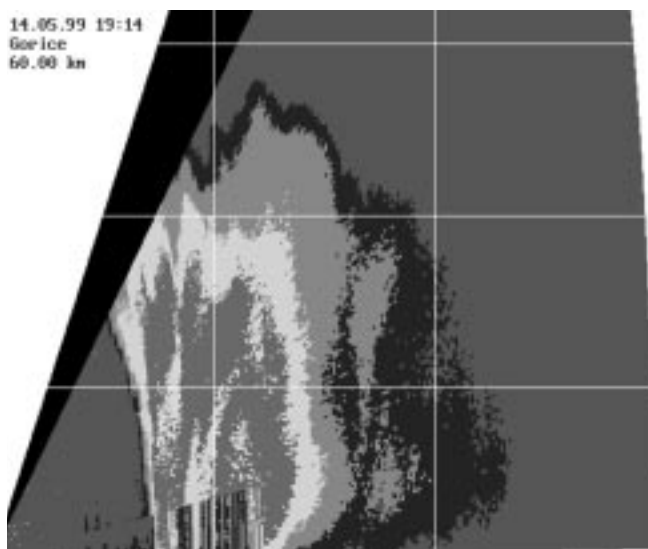
Vremenska situacija i djelovanje 14. svibnja 1999.

Prevladavalo je zapadno visinsko strujanje, a pod kraj dana se nad sjeverna područja Hrvatske počela spuštati fronta, koja se ujutro još nalazila nad alpskim područjem. U visini je bila prisutna mlazna struja. Prve nestabilnosti su se pojavile u ranim podnevnim satima na području Varaždina.

U 13.00 h su paljeni prizemni generatori u zapadnom dijelu branjenog područja (Varaždin, Sljeme, Trema, Bilogora i Stružec), a u 15.00 h u istočnoj (Gorice, Gradište i Osijek). Akcija raketama provedena je na području radarskog centra Varaždin i Gorice s 68 raketa.



Slika 18. PPI prikaz radarskog centra Gorice situacija 14. svibnja 1999. u 19.13 sati.



Slika 19. RHI prikaz radarskog centra Gorice situacija 14. svibnja 1999. u 19.14 sati.

Na cijelom branjenom dijelu Hrvatske najjači tučonosni oblačni sustav se razvio na području srednje Slavonije oko 18 h i zahvatio je poligon RC Gorice. Na ostalim dijelovima, nestabilnosti su bile slabijeg intenziteta i bez pojava tuče. Ovaj oblačni sustav oslabio je tek oko 21.00 h na području istočne Posavine. Pojava sugradice ili tuče bilo je na 66 postaja, od toga na 23 šteta i to na potezu od Lipika do Brodskog Stupnika. U djelovanjima obrane od tuče je utrošeno 1.883 l otopine i 68 raketa. U tekstu koji slijedi dat je kratki pregled razvoja najjačeg oblačnog sustava koji je načinio najviše šteta

Na radarskom centru Gorice je radarsko praćenje bilo kontinuirano u vremenu od 15.00 sati do 23.30 sati. Generatorska obrana od tuče provedena je od 15.00 sati do 18.00 sati, a raketna od 18.18 h do 19.47 h. Nastanak i razvoj ovog oblačnog sustava bio je vrlo brz i iznenađan.

U 17.44 h radarskim mjerenjem na terenu utvrđeno je da je radarski vedro. U 18.05 h za vrijeme prozivke, raketari su javljali o grmljavini na terenu. U 18.09 h,

prvim radarskim mjerenjem je uočen razvijen kumulonimbus kod Janje Lipe i Kozarica sa visinom vrha 10 km, visinom 45 dBZ na 7 km i promjerom 13 km. Počela je akcija raketama. Nekoliko minuta kasnije oblak se naglo razvio do visine vrha 13 km, 45 dBZ na 10.3 km i promjera 13.0 km. Oblak se kretao u pravcu Lipika, Pakraca i Šeovice, zatim se nastavio kretati preko Psunja uz pojačanje intenziteta i razvoj novih jezgara. U 19.03 h oblak je na južnoj strani jačao i počeo desno skretanje. Visina vrha bila je 14.0 km, 45 dBZ na 12.0 km.

U 19.13 h oblak je zahvatio područje do Starog Petrovog Sela i Donjeg Lipovca, a vrh mu je bio 14.0 km, 45 dBZ na 10.6 km (sa promjerom zone od 13.5 km), 65 dBZ na 7.3 km i promjera 33 km (prikaz na radarskim slikama). Oblak je zadržao jednaku visinu i gustoću cijelo vrijeme, sve do izlaska iz terena oko 20.10 h kada je kod Sl.Broda prešao Savu. Oblak je cijelim putem bio praćen pojavom sugradice ili tuče, jakim pljuskovima i olujnim vjetrom. Djelovalo se nepotpuno raketama, u okviru mogućnosti, sa 59 raketa na području Brodsko-posavske županije.

Oblak se zatim naglo razvio na području zapadnog dijela Pakraca, odatle je prošao put od 30 km iznad Pakraca i Psunja, a da se nije moglo djelovati raketama jer ih na tom području nema. Na daljem putu preko Požeške Gore djelovali su samo raketari Brodsko-posavske županije u desni bok oblaka. Raketari Požeško-slavonske županije koji su bili u boljoj poziciji za pucanje nemaju raketa. Oblak je zbog toga neometano rastao i cijelim putem davao tuču, od veličine lješnjaka do jabuke. Opisani događaji su posljedica: nedostatnih financijskih sredstava (na raspolaganju je bio ograničeni broj raketa po lansirnoj postaji), neopskrbljenosti raketama na području Požeško-slavonske županije, i nehomogenosti mreže postaja (popuna mreže je obustavljena zbog nedostatka sredstava).

Analizom ove akcije zaključeno je kako je za uspješan nastavak rada obrane od tuče potrebno hitno riješiti problem financiranja cjelovitog sustava obrane od tuče te sanirati i popuno obnoviti mrežu postaja. Kada se to učini, navedeni problemi biti će otklonjeni, a djelotvornost sustava obrane od tuče osigurana.