

ISSN 1331-6001

REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

BILTEN

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

3 / 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**

3 / 99

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.)	6
HIDROLOŠKE PRILIKE (Đurđica Petek)	12
EKOLOŠKE PRILIKE	
Meteorološke karakteristike (Vesna Đuričić, dipl. inž.)	14
Onečišćenje zraka i oborine (mr. Višnja Šojat)	15
BIOMETEOROLOŠKE PRILIKE (mr. Ksenija Zaninović)	16
AGROMETEOROLOŠKE PRILIKE (mr. Dražen Kaučić)	18
SVJETSKI METEOROLOŠKI DAN 1999.....	19

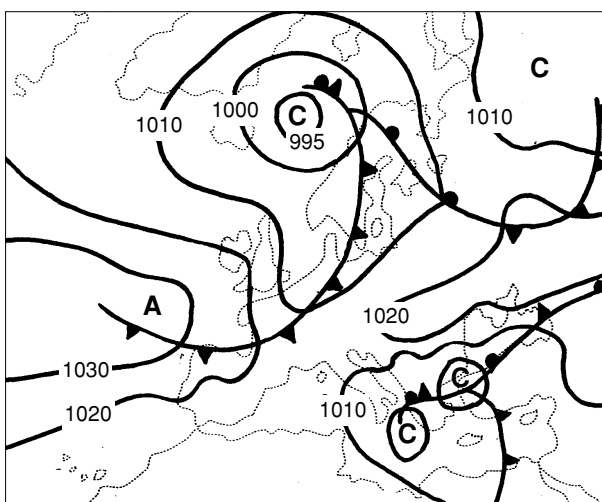
VREMENSKE PRILIKE

Sinoptička situacija

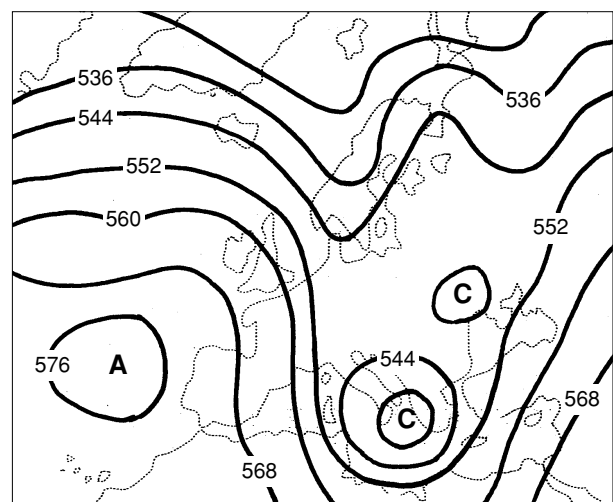
Na vrijeme je od 1. do 4. ožujka većinom utjecala anticiklona. Međutim, našim krajevima se iz zapadne Europe približila ciklona i hladna fronta, dok se topla fronta u sklopu ciklone 2. ožujka premjestila preko naših krajeva. Vrijeme je bilo djelomice sunčano, toplo i uglavnom suho. U cijeloj zemlji je sunčanije bilo prvog dana, a u ostalim danima najviše na južnom Jadranu. Povremeno je puhao južni i jugozapadni vjetar, a na Jadranu jugo. U noći od 4. na 5. ožujka hladna fronta se premjestila preko Alpa, dok je u višim slojevima atmosfere bilo izraženo južno strujanje, ali je uz promjenjivu naoblaku još uvijek bilo razmjerno toplo. U razdoblju od 6. do 8. ožujka nad Hrvatskom se nalazilo ciklonalno polje, a u noći od 7. na 8. ožujka hladna fronta se stala premještati na istok.

Povremeno je padala kiša, a u gorju snijeg. Malo je zahladilo.

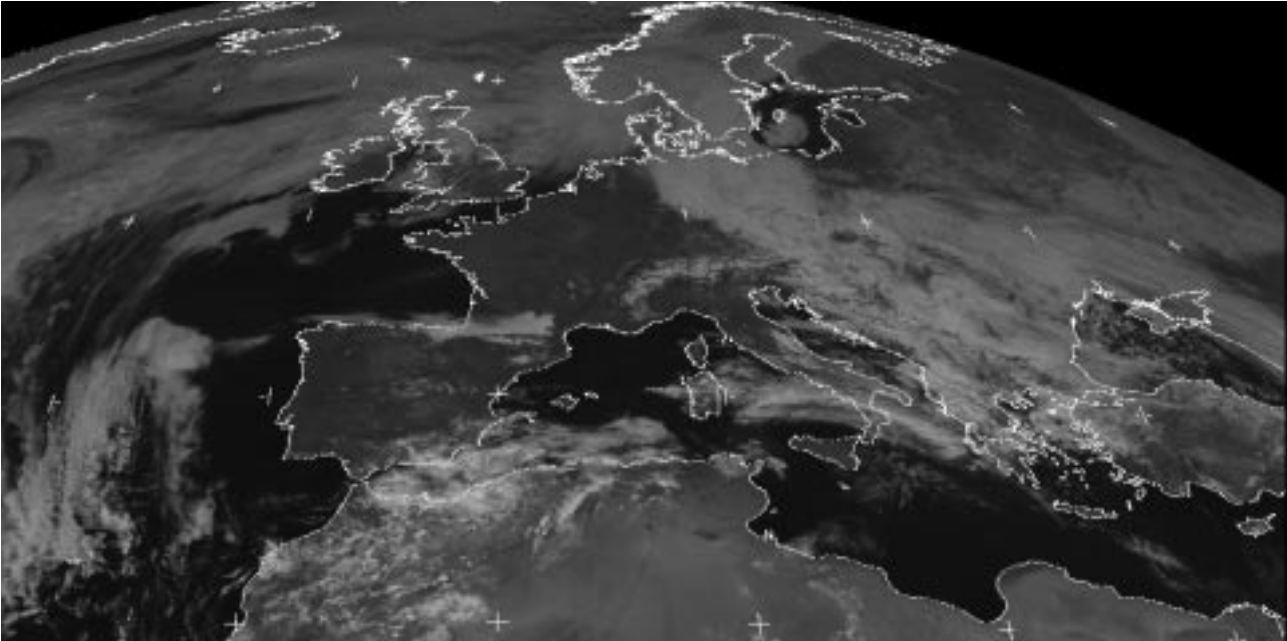
Zatim je do 14. ožujka polje visokog tlaka zraka uvjetovalo uglavnom sunčano vrijeme. Po visini je bio neizražen termobarički greben, pa je u našu zemlju ipak povremeno pritjecao vlažan zrak. Bilo je umjerene naoblake, ali uglavnom ne i oborina, te relativno toplo za ovo doba godine. Polje povišenog tlaka zraka zadržalo se još 15. i 16. ožujka, ali se nad područjem Hrvatske nalazila hladna fronta iza koje je stao pritjecati malo hladniji zrak. Uz više oblaka i malo hladnije vrijeme mjestimice je kišilo. Slika 3. prikazuje satelitsku sliku naoblake 16. ožujka u vidljivom dijelu spektra.



Slika 1. Prizemna sinoptička situacija
19. ožujka 1999. u 00 UTC.



Slika 2. Visinska sinoptička situacija AT 500 hPa
19. ožujka 1999. u 12 UTC.



Slika 3. Satelitska slika oblaka u vidljivom dijelu spektra 16. ožujka 1999.

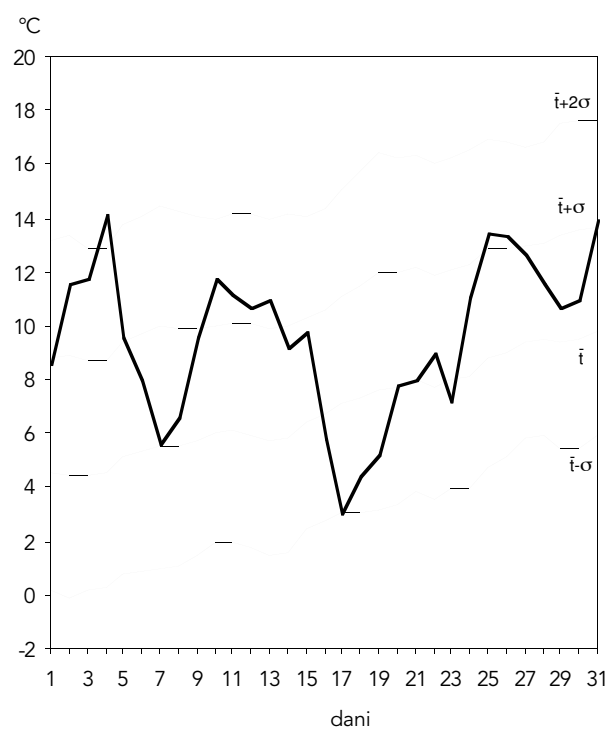
Ciklona, čije se središte nalazilo nad jugoistočnom Europom utjecala je na vrijeme od 17. do 19. ožujka. Istovremeno je i po visini bilo ciklonalno polje, dok se ogranak anticiklone pružao nad zapadnim i sjevernim područjem naše zemlje. Zbog kruženja vlažnog, nestabilnog i razmjerno hladnog zraka ponegdje je bilo kiše i snijega, a na Jadranu orkanske bure. Više sunčanog vremena je bilo u Istri. Prizemna i visinska sinoptička situacija 19. ožujka je prikazana na slikama 1 i 2. Ciklona je potom oslabila, pa je polje povišenog tlaka zraka 21. ožujka donijelo sunčano i toplije vrijeme.

Nova hladna fronta se premjestila preko Hrvatske 22. i 23. ožujka; iza nje je prizemno i po visini stao pritjecati hladniji zrak, pa je bilo kiše, grmljavine uglavnom u Dalmaciji, a snijega samo u gorju. Vrijeme se smirilo 24. i 25. ožujka te je, uz dosta sunčanog vremena i jačanjem termobaričkog grebena po visini, bilo uistinu toplo za ovo doba godine.

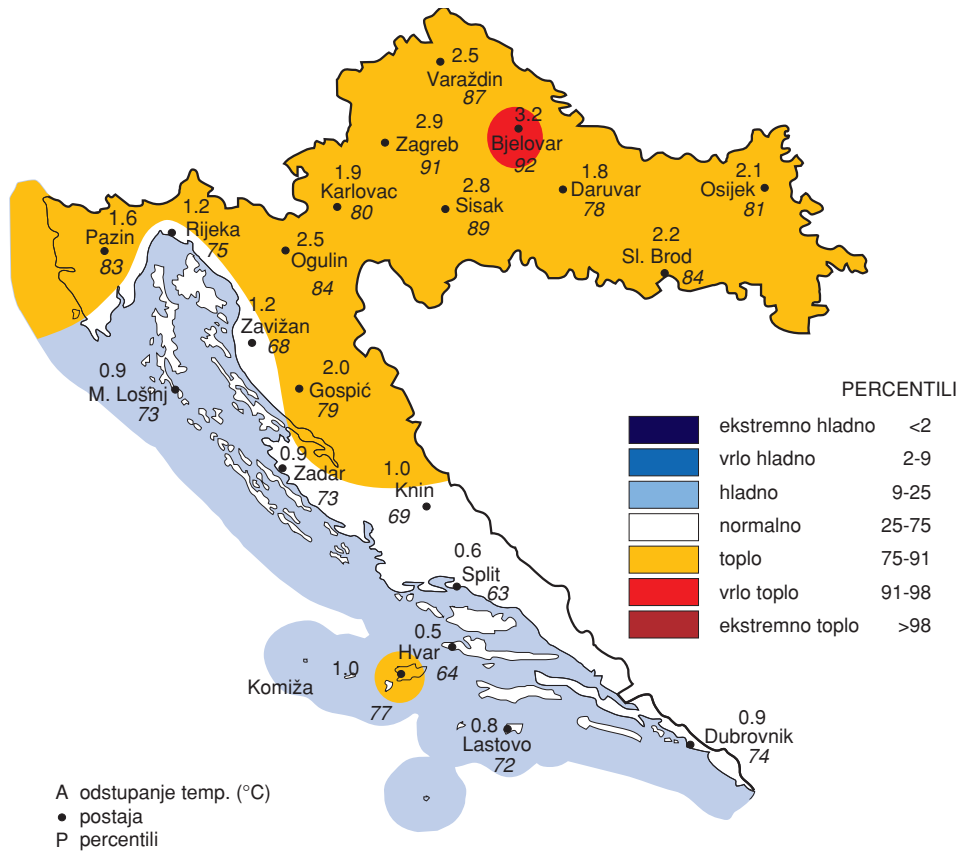
Sljedećih je dana na prednjoj strani prostrane ciklone, čije se središte 27. ožujka nalazilo nad Genovskim zaljevom, jačalo jugozapadno strujanje. Ciklona se potom premjestila svojom glavnom južnije od Hrvatske, na istok Europe, ali je nad našom zemljom stalno kružio vlažan, no ne i osobito hladan zrak. Stoga je do kraja mjeseca bilo veoma promjenjivo vrijeme, a mjestimice je padala kiša. Najviše oborina je bilo 27. ožujka kada se u sklopu ciklonalnog polja premjestio frontalni sustav.

Klimatološki pregled

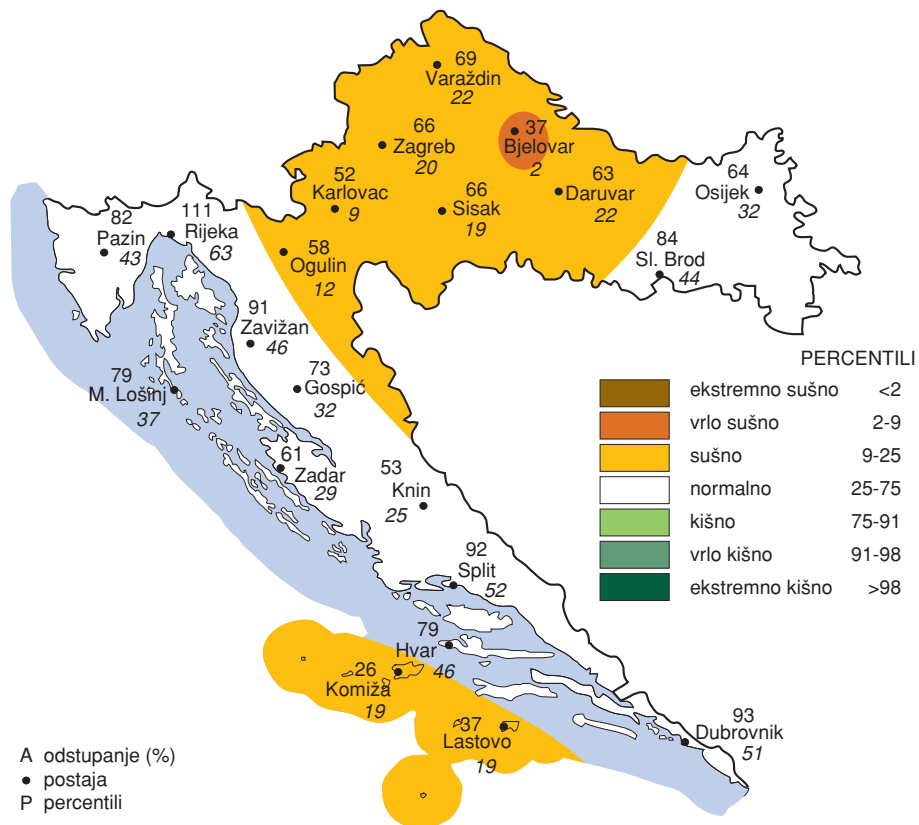
U ožujku 1999. godine su srednje mjesečne temperature zraka na svim postajama, osim na najvišoj planinskoj postaji Zavižan (1594 m nadmorske



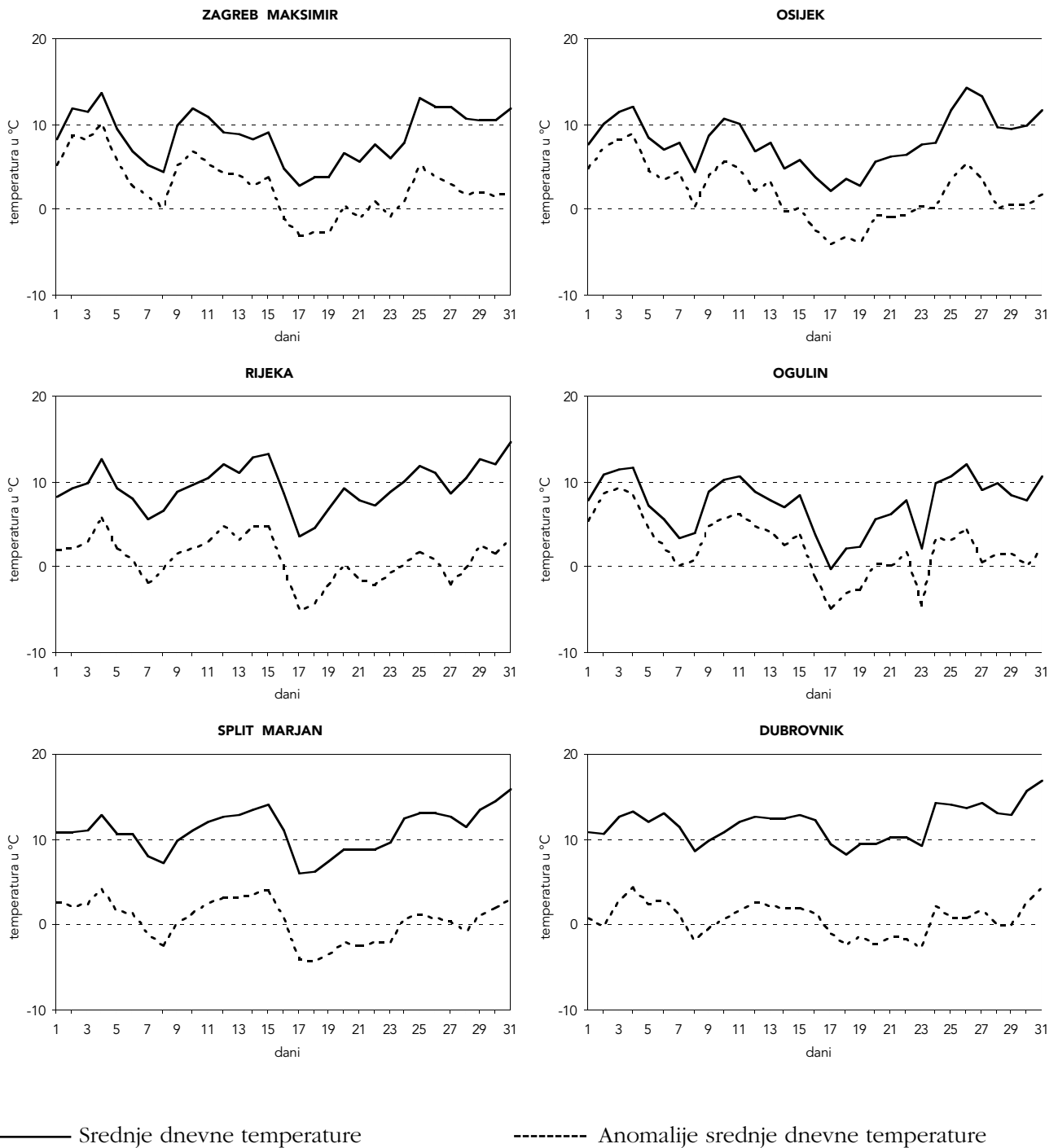
Slika 4. Srednja dnevna temperatura zraka (Zagreb-Grič) za OŽUJAK 1999. godine u usporedbi s dugogodišnjim srednjim vrijednostima (\bar{t}) i standardnim devijacijama (σ) (1862.-1990.).



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



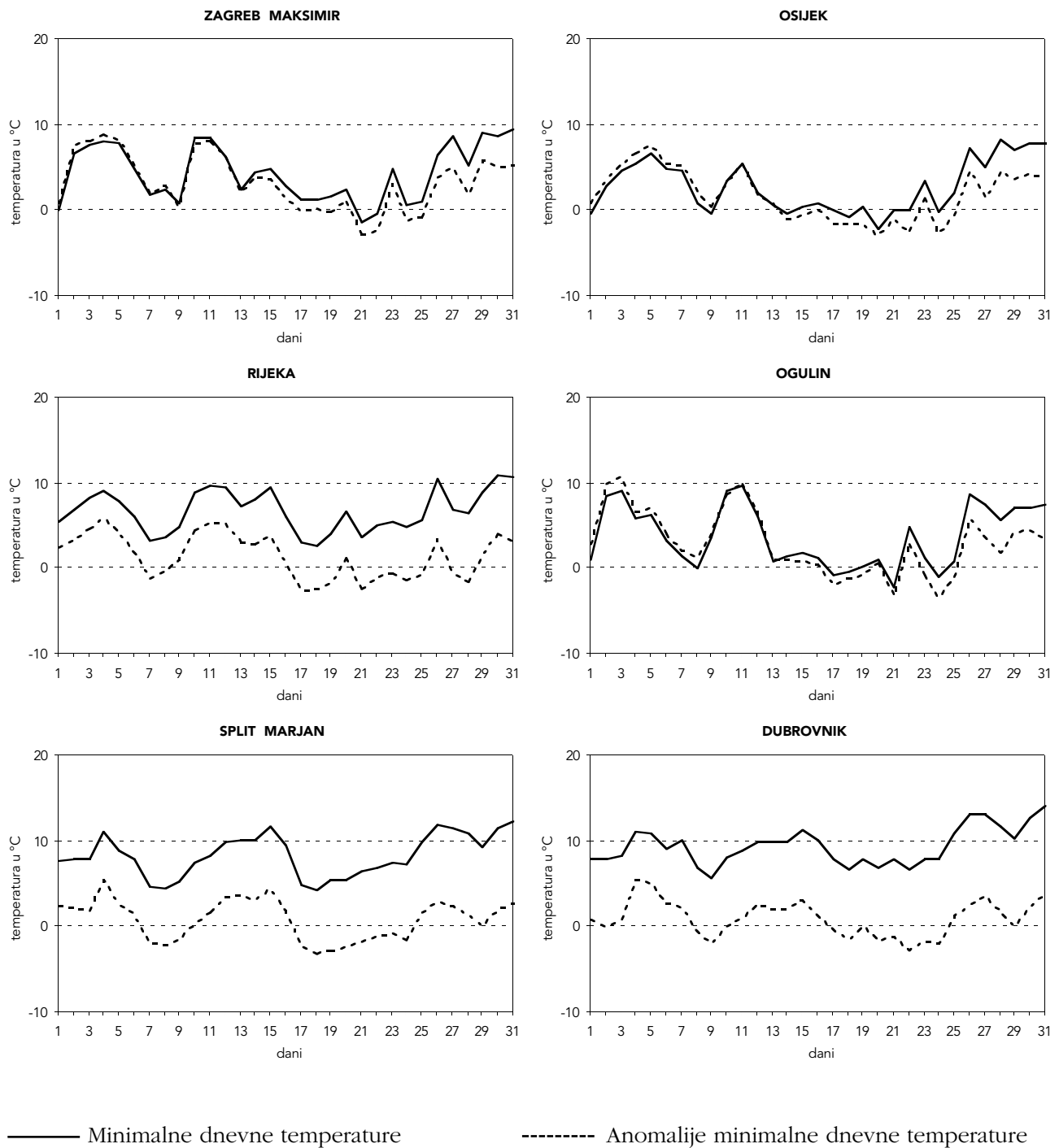
Slika 6. Mjesečne količine oborine u OŽUJKU 1999. godine izražene u % prosječnih vrijednosti (1961.-1990.)



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

visine) bile pozitivne. Najtoplije je bilo u Komiži na Visu (12.2 °C), dok je jedina negativna srednja mjesečna temperatura zraka bila na Zavižanu i iznosila -0.9 °C. Općenito je ožujak 1999. bio na svim postajama topliji od višegodišnjeg prosjeka. Odstupanja su se kretala između 0.5 °C na otoku Hvaru i 3.2 °C u Bjelovaru. Značajnija odstupanja

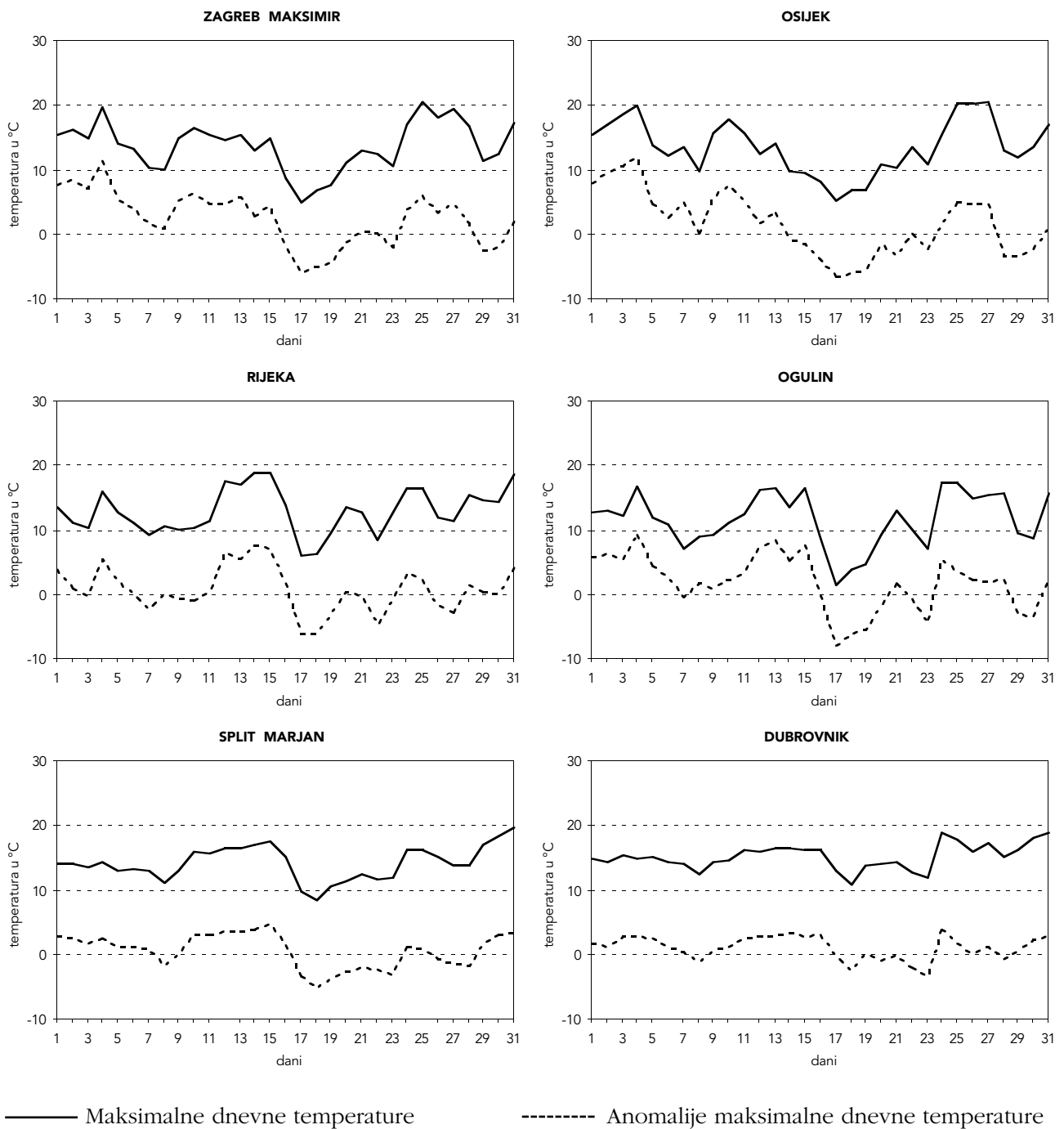
su zabilježena na kontinentalnim postajama, dok su na priobalnim postajama bila manja od 1 °C. Ovakve temperaturne prilike okarakterizirale su veći dio kontinentalne Hrvatske i otok Vis toplim, a područje Bjelovara vrlo toplim. Priobalni dio Hrvatske nije imao značajnija odstupanja pa je uvršten u klasu normalno.



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 OŽUJKU 1999. godine.

Početak ožujka je bio na svim postajama topliji od tridesetgodišnjeg prosjeka (1961.-1990). Na velikom broju postaja su najveće pozitivne anomalije zabilježene 3. ili 4. ožujka. Na opservatoriju Zagreb Maksimir je 4. ožujka srednja dnevna temperatura zraka bila čak 10.2 °C viša od prosječne (izmjereno je 13.8 °C). Na ostalim postajama

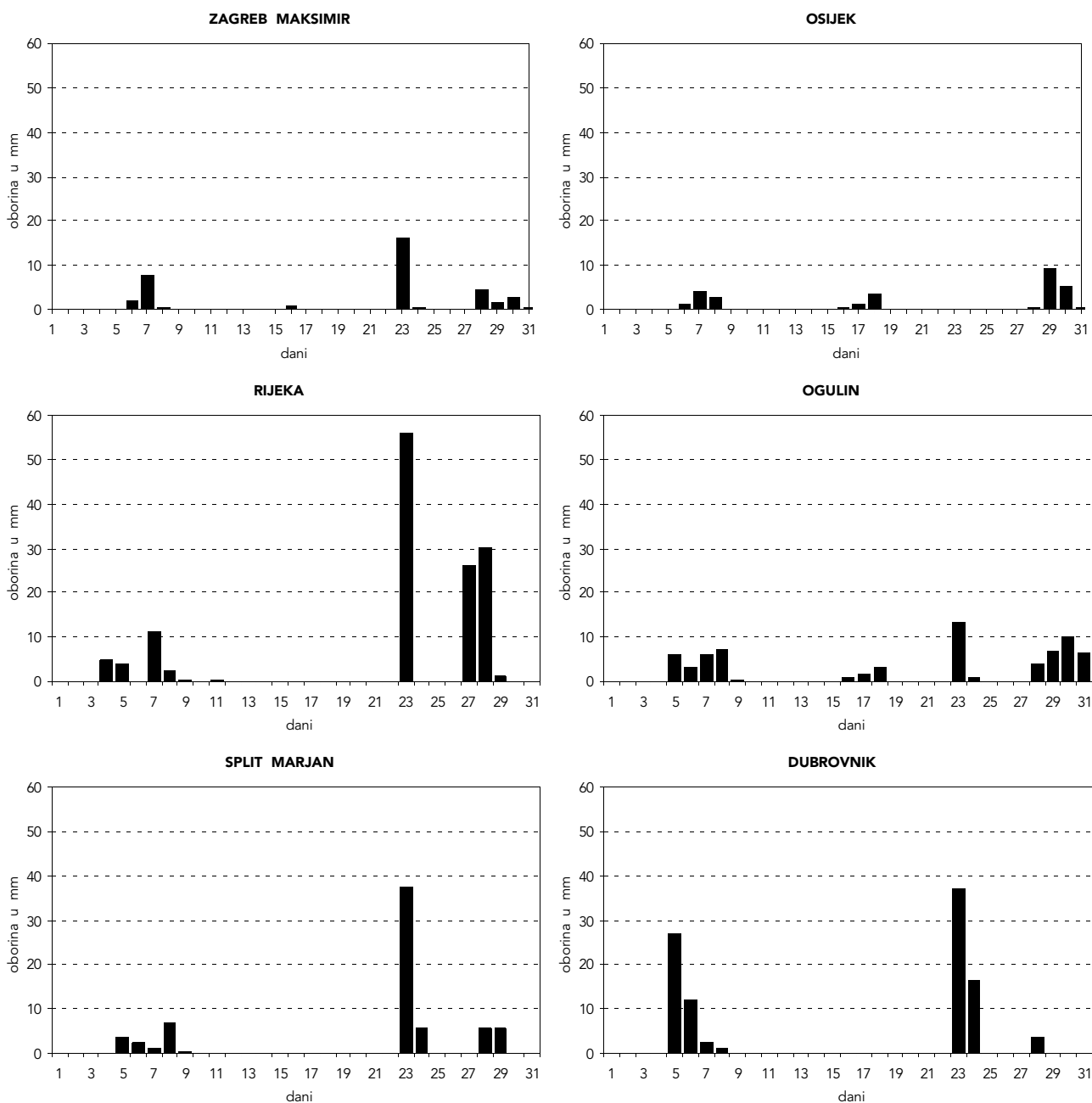
su anomalije početkom mjeseca također bile velike (9.3 °C u Ogulinu, 9.2 °C u Zagrebu na Griču, 8.9 °C u Osijeku), dok su na priobalnim postajama, posebice na jugu Jadrana bile manje izražene (6.1 °C u Rijeci, 4.4 °C u Dubrovniku, 4.2 °C u Splitu na Marjanu). Druga je dekada ožujka bila u prosjeku najhladnija. Temperatura zraka je



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 OŽUJKU 1999. godine.

nakon 10. ožujka padala, da bi 17. ili 18. ožujka dosegla minimalni iznos. Osim na planinskim postajama Zavižanu i Puntijarki, negativna srednja dnevna temperatura zraka je tih dana zabilježena u Ogulinu i Gospiću. Ove najniže srednje dnevne temperature zraka su u odnosu na prosjek bile niže, ali su anomalije bile manje izražene od

ranije spomenutih pozitivnih anomalija. Na opservatoriju Zagreb Grič je bilo 4.2 °C hladnije, u Maksimiru 3.0 °C, u Osijeku 3.9 °C, u Rijeci 4.9 °C i u Splitu 4.2 °C. U Dubrovniku je najveće negativno odstupanje u odnosu na prosjek zabilježeno 23. ožujka, kada je srednja dnevna temperatura zraka bila 2.6 °C niža od prosjeka. Posljednja deka-



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

da ožujka je bila najtoplija; najviše dnevne temperature zraka su zabilježene 25. i 26. ožujka na kontinentalnim postajama, a posljednjeg dana mjeseca na priobalnim postajama. Na opservatoriju Zagreb-Grič je 4. ožujka srednja dnevna temperatura zraka iznosila 14.2 °C, što je izvan granica odstupanja dugogodišnjeg srednjaka za dvije standardne devijacije. U povijesnom nizu 1862-1999. ovogodišnja je temperatura do sada najviša za spomenuti dan, i to 4. ožujak 1999. obilježava kao izuzetno topao .

Srednje maksimalne temperature zraka su se u ožujku 1999. kretale između 1.7 °C (na Zavižanu) i 15.5 °C (u Sisku). Apsolutne maksimalne dnevne temperature zraka su bile između 10.6 °C na Zavižanu (14. ožujak) i 22.0 °C u Sisku (25. ožujak). U odnosu na tridesetgodišnje maksimalne temperature ovogodišnje su maksimalne temperature zraka imale najveća pozitivna odstupanja, do 11.4 °C (Zagreb Maksimir), a maksimalna negativna do -7.9 °C. Tijekom ožujka su negativne maksimalne temperature zraka izmjerene samo na

planinskim postajama. Na Puntijarci su bila 2, a na Zavižanu 11 studenih dana (takvim se smatra dan u kojem je minimalna temperatura zraka niža od 0 °C).

Srednje minimalne temperature zraka su bile posvuda, osim na Zavižanu (-3.1 °C), pozitivne. Apsolutna minimalna temperatura zraka je izmjerena također na Zavižanu i iznosila je -10.8 °C. Općenito su apsolutne minimalne temperature zraka na kontinentalnim postajama bile negativne, ali više od prosječnih minimalnih temperatura za ožujak. Negativne minimalne temperature su zabilježene u najvećem broju slučajeva početkom druge polovice mjeseca, te je zbog toga druga dekada mjeseca bila najhladnija. Broj hladnih dana (dana u kojima je minimalna temperatura zraka ispod 0 °C) se kretao između 1 u Kninu i 22 na Zavižanu. Na opservatoriju Zagreb Grič te na svim priobalnim postajama nije bilo hladnih dana.

U ožujku 1999. godine je palo između 18 mm (Komiža) i 141 (Zavižan) mm oborine a to je u odnosu na tridesetgodišnji srednjak (1961-1990) na svim postajama, osim na postaji u Rijeci, značilo manjak oborine. Najmanja količina oborine u odnosu na prosjek je zabilježena u Komiži, samo 26% prosječne količine oborine. U Rijeci je palo 11% više oborine nego li je tridesetgodišnji prosjek. Prema raspodjeli percentila oborine veći dio kontinentalne Hrvatske te najjužniji otoci Vis i Lastovo su bili sušni, a područje Bjelovara vrlo sušno. Odstupanja u ostalim djelovima Hrvatske nisu bila značajnija, te su Istra, Gorski kotar, Lika i priobalni pojas te najistočniji dio Hrvatske bili

normalni. Maksimalna dnevna količina oborine je na najvećem broju postaja zabilježena 23. ožujka, a na ostalim 18. ožujka ili između 27. i 30. ožujka. U Rijeci je 23. ožujka palo 56.0 mm i to je bila najveća maksimalna dnevna količina oborine u ovom mjesecu. Tijekom ožujka je bilo između 7 (u Pazinu, Komiži i Dubrovniku) i 17 (na Zavižanu) kišnih dana.

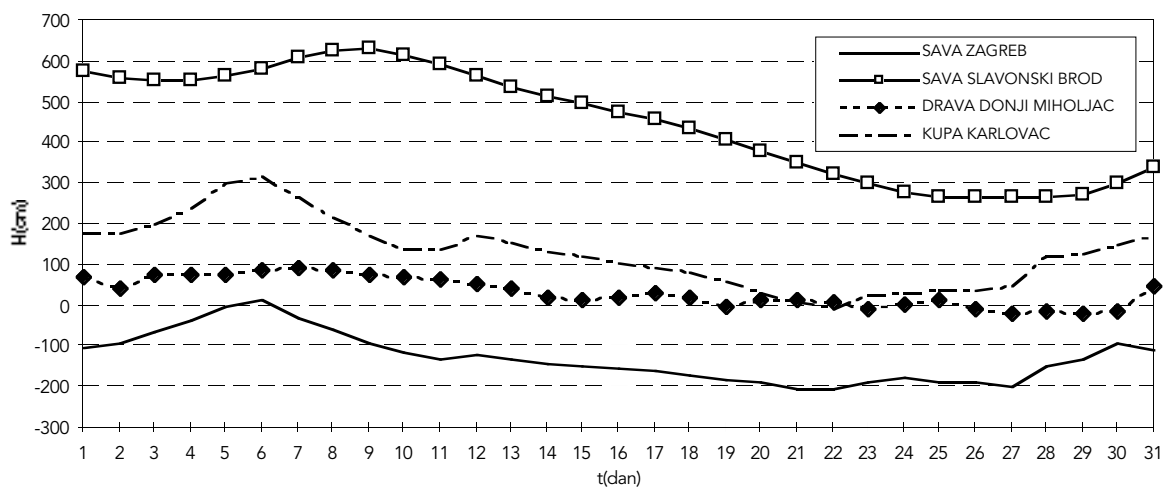
Broj sati sisanja Sunca je uglavnom bio veći od tridesetgodišnjeg srednjaka. Na planinskim postajama, te u Ogulinu, Gospiću i Rijeci je zabilježeno manje sati sisanja Sunca od prosjeka, ali je to po apsolutnom iznosu bilo manje od odstupanja na postajama gdje je bilo sunčanje.

Snježni pokrivač je zabilježen samo na pet postaja u Hrvatskoj, na planinskim postajama Zavižanu i Puntijarki, te u Ogulinu, Gospiću i Daruvaru. Broj dana sa snijegom većim od 1 cm je bio u odnosu na prosjek do 8 dana manji, dok je u Ogulinu palo 25 cm snijega manje. Snijeg je uglavnom padao 6. i 7. ožujka, potom 16. i 17. ožujka, a 23. ožujka je na Puntijarci izmjereno 20 cm novog snijega.

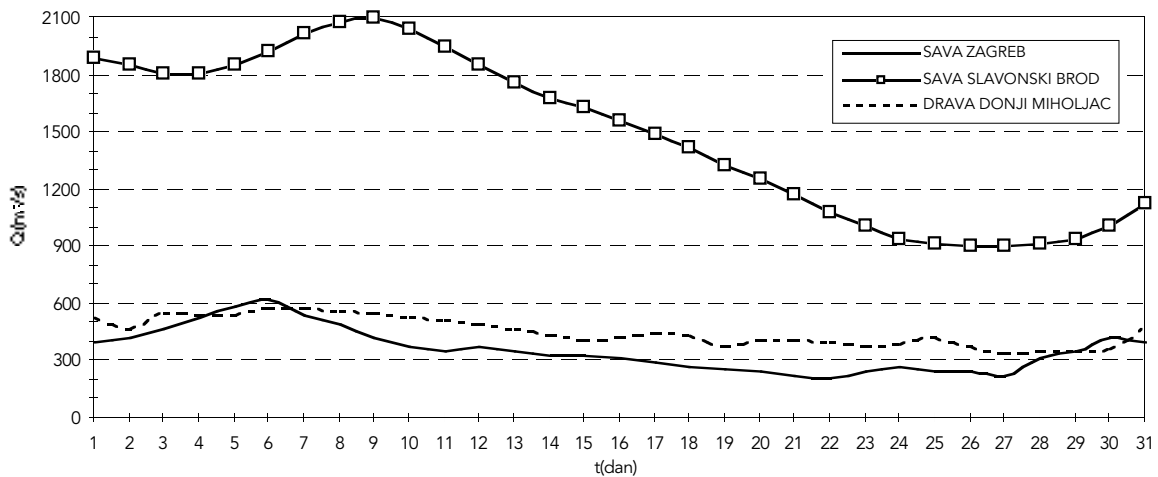
HIDROLOŠKE PRLIKE

Mjesec ožujak, na svim analiziranim postajama, karakterizira vodnost u granicama prosječnih vrijednosti.

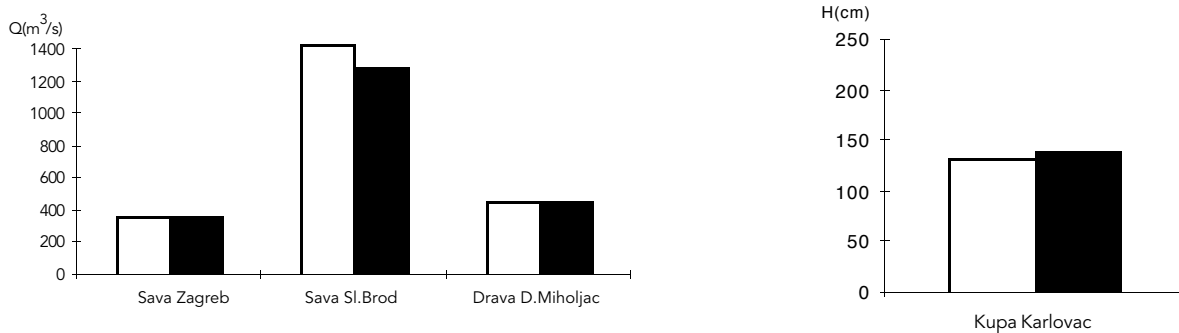
Na Savi kod Zagreba je zabilježeno otjecanje u granicama prosječnih vrijednosti, a kod Slavonskog



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



Slika 12. Hidrografi Save i Drave u razdoblju od 1. do 31. ožujka 1999. godine.



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

Srednji mjesečni protok Q, odnosno vodostaj H za OŽUJAK 1999. □

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

Rijeka	Postaja	Parametar	Vrijednosti za OŽUJAK 1999.			Vrijednosti za OŽUJAK za period obrade*		
			min.	sred.	max.	min.	sred.	max.
Sava	Zagreb	H (cm)	-207	-127	14	-309	-58	382
		Q (m³/s)	211	358	617	72.1	357	2139
Sava	Sl. Brod	H (cm)	265	451	6323	17	395	848
		Q (m³/s)	9.8	1422	2100	238	1287	3254
Drava	D.Miholjac	H (cm)	-21	34	91	-100	40	370
		Q (m³/s)	345	454	575	188	449	1577
Kupa	Karlovac	H (cm)	-10	131	319	-77	139	790
		Q (m³/s)	-	-	-	-	-	-

* Period obrade 1946.-1995.

Stanje voda u OŽUJKU 1999.

SAVA - Vodnost u granicama prosječnih vrijednosti
 DRAVA - Vodnost u granicama prosječnih vrijednosti
 KUPA - Vodnost u granicama prosječnih vrijednosti

Broda je višak otjecanja iznosio 10%. Na Dravi kod Donjeg Miholjca otjecanje je bilo u granicama prosječnih vrijednosti, 1%. Vodostaj Kupe kod Karlovca pokazuje da se radi o prosječnom otjecanju Kupe.

Pripremno stanje obrane od poplave je veći dio mjeseca bilo na: Savi gdje je najviši zabilježeni vodostaj kod Crnca iznosio 524 cm (7. ožujka), zatim kod Jasenovca, 715 cm (8. ožujka), Mačkovca, 774 cm (9. ožujka), Davora, 787 cm (9. ožujka), Sl. Broda, 634 cm (9. ožujka), Sl. Šamca, 552 cm (9. ožujka), Županje, od 762 cm (9. ožujka). Pripremno stanje je bilo i na Dravi kod Osijeka s najvišim vodostajem od 302 cm (13. ožujka); na rijeci Česmi kod Čazme od 469 cm (1. ožujka); te na Uni kod Kostajnice, od 259 cm (6. ožujka).

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

EKOLOŠKE PRILIKE

Meteorološke karakteristike

Disperzijske karakteristike atmosfere nad širim područjem Zagreba su u ožujku ove godine bile uobičajene. To znači da je tijekom noći prevladavala stabilna ili neutralna stratifikacija atmosfere (tablica 3) uz temperaturnu inverziju, bilo prizemnu, bilo podignutu (tablica 4), bez sloja miješanja, izuzev dva dana (18. i 28. ožujka, te četiri situacije kada nije postojao stvarni sloj miješanja, već samo teoretski, debljine 100 metara; tablica 2). Nakon izlaska sunca, i početka zagrijavanja zraka i tla, temperaturne inverzije su se uglavnom razbile ili izdignule, zrak pri tlu se labilizirao i formi-

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

Visina sloja miješanja (m)	noć		dan	
	N	%	N	%
ne postoji	21	78	0	0
< 250 m	5	18	2	7
251-1000 m	1	4	14	52
> 1000 m	0	0	11	41
ZBROJ	27	100	27	100

rao se sloj miješanja. Tako je sredinom dana prevladavala uglavnom neutralna ili labilna stratifikacija atmosfere (tablica 3), uz sloj miješanja prosječne visine oko 940 metara (tablica 2), iznad njega je ponekad bio i sloj visinske temperaturne inverzije (tablica 4). Opisane karakteristike prizemnog graničnog sloja omogućuju dobro raspršivanje onečišćenja zraka, pa se ne očekuju visoke koncentracije plinovitog onečišćenja.

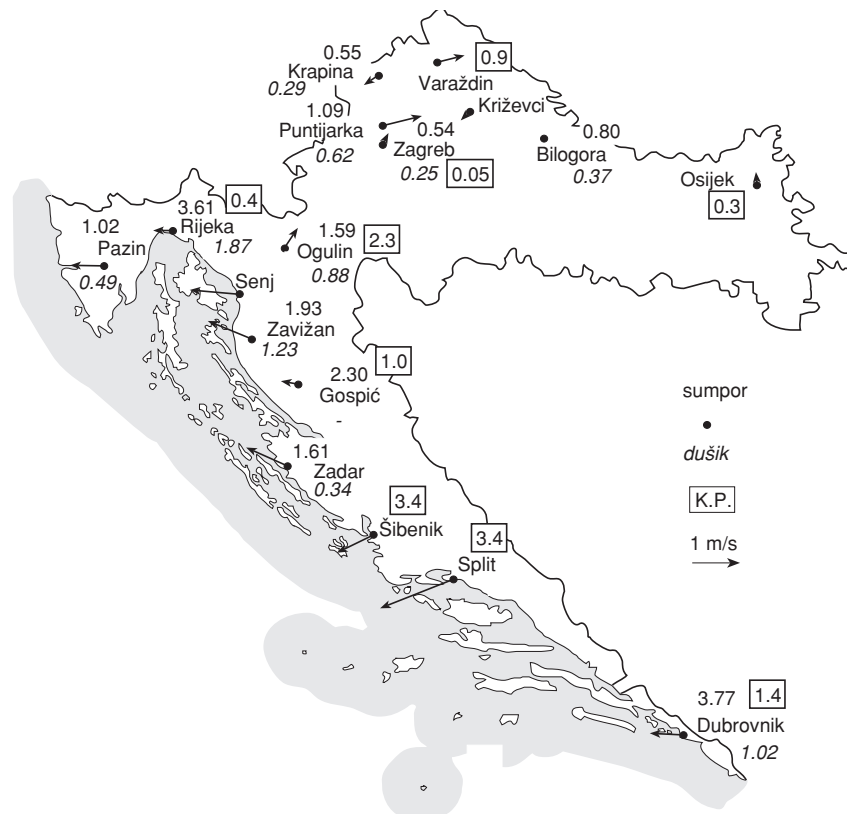
Strujanje je na području Zagreba bilo veoma promjenjivo i slabo. Česte su bile situacije bez vjetra. Najčešći smjer vjetra u centru grada (Grič) bio je sjeveroistočni, a u istočnom dijelu grada (Maksimir) jugozapadni, ali su jači bili jugozapadni vjetar na Griču, a sjeveroistočni u Maksimiru što je utjecalo na vektorski srednjak vjetra prikazan na slici 14. U dvije situacije (5. ožujka, te 9.-10. ožujka) puhao je jak jugozapadni vjetar, a 17. ožujka sjeveroistočni, te je tih dana provjetranje bilo znatno bolje od prosječnog. Zbog prosječno slabog strujanja, nije bilo značajnog prijenosa zračnih masa prema gradu ili od njega, a i provjetranje Zagreba

Tablica 3. Apsolutni (N) i relativni (%) broj dana sa pojedinom kategorijom stabilnosti prema Pasquillu u prvih 100 metara od tla u Zagrebu za OŽUJAK 1999.

Stabilnost	noć		dan	
	N	%	N	%
A - jako labilno	0	0	1	4
B - umjereno labilno	0	0	2	7
C - malo labilno	0	0	2	7
D - neutralno	8	30	22	81
E - malo stabilno	7	26	0	0
F - umjereno stabilno	7	26	0	0
G - jako stabilno	5	18	0	0
ZBROJ	27	100	27	99

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

Sloj inverzije	noć		dan	
	N	%	N	%
ne postoji	4	15	16	59
prizemna	13	48	0	0
podignuta	4	15	1	4
visinska	6	22	10	37
ZBROJ	27	100	27	100



Slika 14. Ukupno mjesečno taloženje sumpora iz sulfata i dušika iz nitrata (kg/ha), prosječna brzina i smjer strujanja, te koeficijent provjetravanja (K.P.) u Hrvatskoj za OŽUJAK 1999. godine

(osim spomenutih dana) je bilo slabo (koeficijent provjetravanja je bio svega 0.05 sat^{-1}).

Iz slike strujanja u cijeloj zemlji vidi se, kako su u većem dijelu kontinentalnog dijela zemlje prevladavali jugozapadni vjetrovi, a duž obale istočni. Vjetar je u prosjeku bio slab i promjenjiv, što se vidi iz prikazanih vektorskih srednjaka, ali je bilo nekoliko situacija sa pojačanim vjetrom, pa je u svakom promatranom gradu bilo po nekoliko dana sa jakim ili čak olujnim vjetrom. Između 3. i 7. ožujka je bilo pojačano jugozapadno strujanje u unutrašnjosti, a jugoistočno uz obalu. Pojačano jugozapadno strujanje je u unutrašnjosti bilo i 9.-10. ožujka. Između 17. i 20. ožujka je puhao jak sjeveroistočni ili istočni vjetar (ovisno o lokaciji) na području gotovo cijele Hrvatske. Na nekim lokacijama je bilo pojačano jugozapadno ili jugoistočno strujanje posljednjih nekoliko dana ožujka. Navedene situacije sa jakim ili čak olujnim vjetrom omogućile su bolje provjetravanje, a vjerojatno se odražavaju i u prikazanom koeficijentu provjetravanja (slika 14).

Inspiranje zraka oborinom i mokro taloženje su bili ovaj mjesec slabi jer je u većem dijelu Hrvatske ukupna mjesečna količina oborine bila manja od višegodišnjeg prosjeka.

Onečišćenje zraka i oborine

Razmatrane koncentracije općih pokazatelja onečišćenja sumpor i dušik dioksida, su u ožujku imale trend opadanja u odnosu na siječanj i veljaču. Koncentracije su se kretale unutar dopuštene granice, osim na lokaciji Grič u Zagrebu gdje je koncentracija dušik dioksida bila iznad dopuštene granične vrijednosti (dopušteno je prekoračenje dnevnog iznosa od $80 \mu\text{g m}^{-3}$ dušik dioksida samo jedanput u godini).

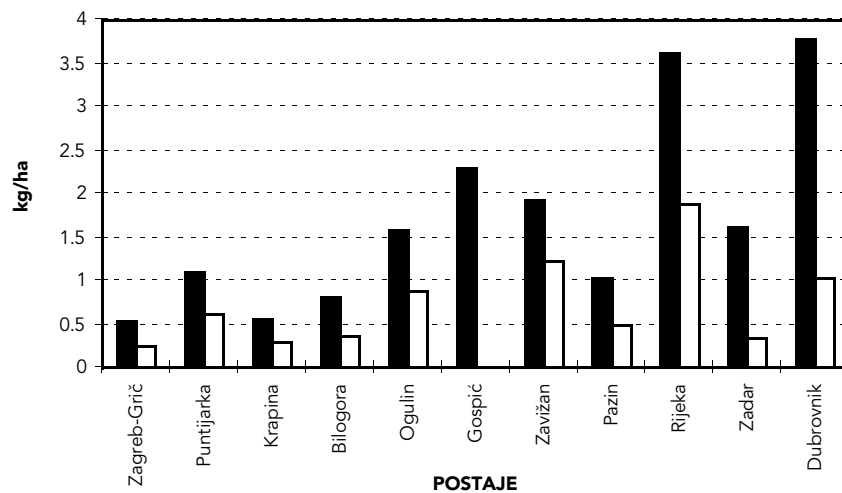
Najveća dnevna koncentracija sumpor dioksida izmjerena je 1./2. ožujka u Rijeci na lokaciji Kozala i iznosila je $39 \mu\text{g m}^{-3}$ zraka, dok je 5./6. ožujka na Griču u Zagrebu zabilježena najveća koncentracija dušik dioksida od $108 \mu\text{g m}^{-3}$. Na istoj lokaciji su se koncentracije sumpor i dušik dioksida u ostalim danima kretale od $6 \mu\text{g m}^{-3}$ do $47 \mu\text{g m}^{-3}$ (tablica 5).

Količina oborine u ožujku je u prosjeku bila manja nego u veljači. Udio kiselih kiša također je bio manji i iznosio je od 7% (Zavižan) do 20% (Puntijarka). U Krapini, na Bilogori, u Gospiću, Pazinu, Rijeci i Dubrovniku kisele kiše nisu zabilježene. S obzirom na količinu oborine i srednje mjesečne koncentracije, ukupno mjesečno talože-

Tablica 5. Rezultati kemijske analize oborine i onečišćenja zraka u Hrvatskoj za OŽUJAK 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	94	8	7.17	5.02-7.50	1.82	0.85	6	20	21	108
Puntijarka	80	10	5.95	4.41-7.27	2.30	1.30	1	16	4	15
Krapina	99	11	6.82	6.31-7.54	1.43	0.75	-	-	-	-
Bilogora	99	9	6.71	5.69-7.56	3.30	1.63	-	-	-	-
Ogulin	99	13	6.08	4.58-7.04	2.30	1.27	-	-	4	11
Gospić	99	13	7.32	6.92-7.48	3.17	*	-	-	5	14
Zavižan	98	14	5.72	4.53-6.89	1.40	0.89	0	0	1	3
Pazin	99	6	6.61	6.36-7.57	1.46	0.70	-	-	-	-
Rijeka	100	9	6.40	6.07-7.34	2.69	1.39	10	39	8	17
Zadar	99	7	6.45	5.29-7.72	3.61	0.95	-	-	9	26
Dubrovnik	99	7	6.61	6.29-7.22	3.82	1.03	-	-	0	3

* instrument u kvaru



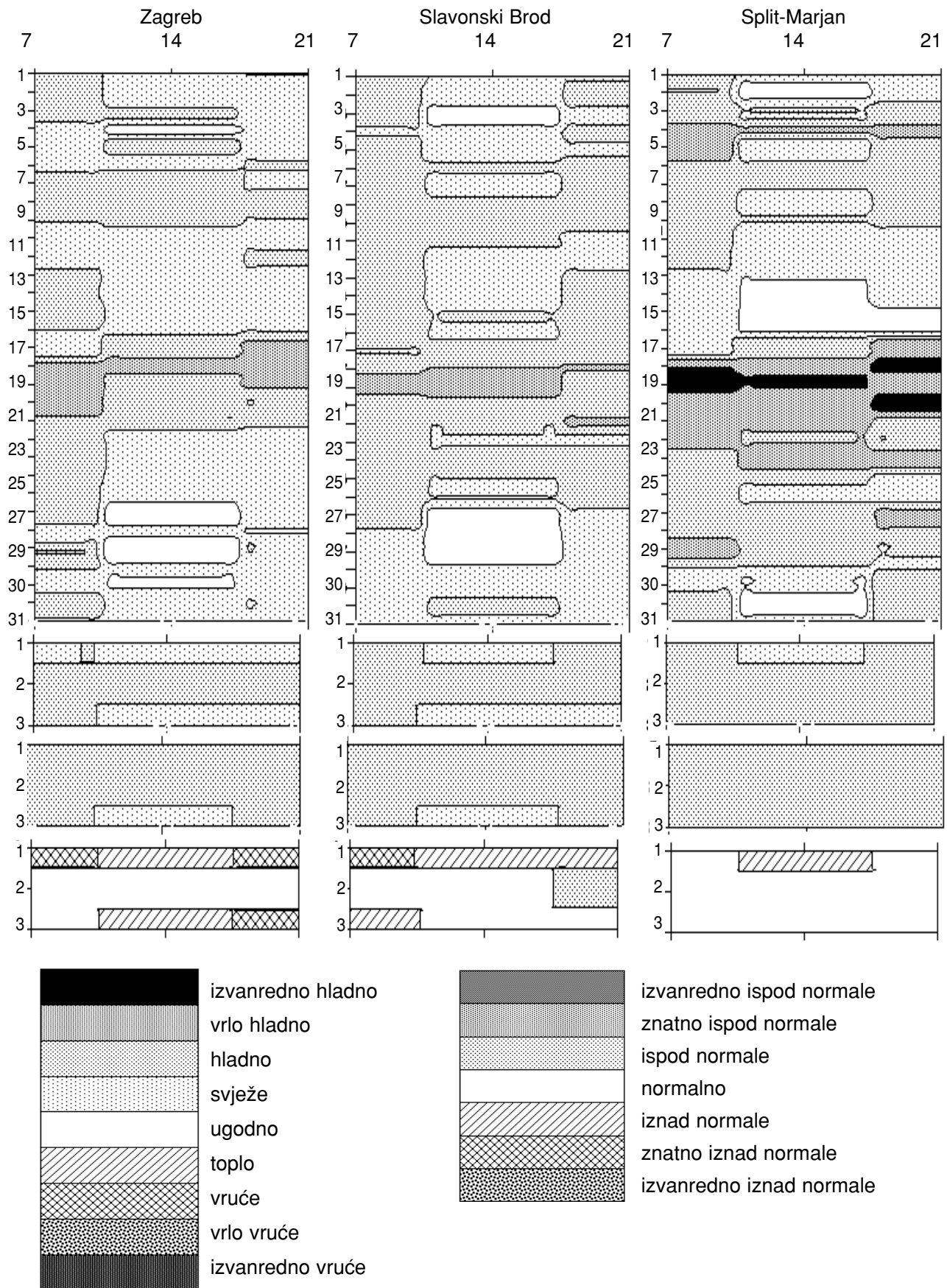
Slika 15. Ukupno mjesečno taloženje sumpora iz sulfata ■ i dušika iz nitrata □ za OŽUJAK 1999.

nje (mokro i suho) sumpora iznosilo je od 0.54 kg ha⁻¹ na Griču u Zagrebu do 3.77 kg ha⁻¹ u Dubrovniku gdje je veliki utjecaj aerosola iz mora.

Taloženje anorganskog dušika je variralo od 0.25 kg ha⁻¹ (Grič, Zagreb) do 1.87 kg ha⁻¹ (Kozala, Rijeka). (slika 15). Za postaju Gospić nema podataka jer mjerni instrument nije radio. Promatrano onečišćenje je u ožujku bilo u prosjeku manje nego u siječnju i veljači, što je i logično s obzirom na doba godine.

BIOMETEOROLOŠKE PRILIKE

Ovogodišnji je ožujak bio prosječno hladan na svim analiziranim postajama, a takav je prema 30-godišnjem prosjeku bio i srednji osjet ugodnosti u ožujku. Ipak, ovaj je ožujak u Zagrebu bio topliji od normale, dok je u Slavonskom Brodu i u Splitu bio u granicama normalnih biometeoroloških prilika.



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

U prvoj su se dekadi uglavnom izmjenjivali osjeti hladno i svježije, a povremeno je u popodnevnom satima bilo ugodno. Za razliku od Splita i Slavenskog Broda, gdje su jutro pa i večeri uglavnom bili hladni, u Zagrebu je često bilo svježije tijekom čitavog dana. Najhladniji je dan u Splitu bio 4. ožujak kad je zbog jakog vjetera tijekom čitavog dana bilo čak i vrlo hladno. U nekoliko je navrata na svim postajama bilo hladno i u popodnevnom satima. Ova je dekada na svim analiziranim postajama bila u popodnevnom satima toplija nego što je to uobičajeno, a takve su bile i večeri u Slavenskom Brodu. Jutra i večeri u Zagrebu te jutro u Slavenskom Brodu bili su znatno topliji od normale.

Početak druge dekade je bio sličan prethodnoj. U Zagrebu je bilo uglavnom svježije, a u Slavenskom Brodu su jutro i večeri bili hladni, a popodnevna svježija. U Splitu je bilo čak i toplije, tako da su jutro i večeri bili svježiji, a popodnevna ugodna. Međutim, 16. ožujka u večernjim satima je zahladilo u Zagrebu i Splitu, a sljedećeg dana navečer u Slavenskom Brodu. Stoga je u Zagrebu 17. ožujka a u Slavenskom Brodu 18. ožujka bilo u najvećem dijelu dana vrlo hladno, a do kraja dekade se zadržalo hladno. U Splitu je pak zbog jake bure razdoblje prevladavajućeg osjeta vrlo hladno potrajalo do kraja dekade, a u nekoliko je termina od 17. do 19. ožujka bilo i izvanredno hladno. Kako je početak dekade bio relativno topao u odnosu na doba godine, a kraj dekade hladan, u prosjeku je ova dekada u svim terminima bila u granicama normalnih biometeoroloških prilika, s izuzetkom večeri u Slavenskom Brodu koje su bile hladnije od normalnih.

Treća je dekada bila najtopliji dio ovogodišnjeg ožujka. Pri tome su kontinentalni dijelovi Hrvatske bili topliji od Splita. U Zagrebu i Slavenskom Brodu

je najčešće bilo svježije. Ipak, u jutarnjim je satima prevladavalo hladno, ali su popodnevna nerijetko bila ugodna. U Splitu je prevladavajući osjet bio hladno, a početkom dekade bilo je čak i vrlo hladno. Tek je krajem dekade zatopljilo tako da je u popodnevnom satima postalo svježije ili ugodno. U Splitu, gdje je i u višegodišnjem srednjaku posljednja dekada ožujka bila hladnija nego u nizinskom kontinentalnom dijelu Hrvatske, ova je dekada bila u granicama normalnih biometeoroloških prilika. U Slavenskom Brodu jutro su bila toplija od normale, u Zagrebu popodnevna, a večeri znatno toplije nego li je to uobičajeno krajem ožujka.

AGROMETEOROLOŠKE PRILIKE

Premda je relativno dugo zadržavanje snijega na tlu tijekom protekle zime pogodovalo ozimim ratarskim kulturama, izgled ozime pšenice i ječma je veoma različit. Naime, zbog nedovoljno financijskih sredstava, poljodjelci nisu u potrebnim količinama koristili umjetna gnojiva, posijano sjeme nije bilo odgovarajuće kvalitete, a i jesenska se sjetva zbog lošeg vremena nije u cijelosti obavila unutar agrotehničkih rokova.

Krajem mjeseca je započela sjetva jarih žitarica, no bila je često prekidana zbog oborina. Tijekom druge dekade mjeseca u Zagrebu su samo 2, a u Osijeku 3 kišna dana, pa su poljodjelci nesmetano obavljali pripremu tla za proljetnu sjetvu te prihranu ozimih ratarskih kultura.

U Orahovici je zabilježena cvatnja vrbe Ive 2. ožujka, jorgovan je počeo listati 26. ožujka, a bazga 16. ožujka. Marelice su počele sa cvatnjom u razdoblju od 20. do 24. ožujka, ovisno od lokaliteta, različito u istočnim i zapadnim kontinental-

Tablica 6. Termiske vrijednosti temperature tla (°C) na 5 cm dubine.

Postaja	sat	
	7	14
Križevci	0.9	5.3
Zagreb	1.6	5.8
Bjelovar	0.5	4.6
Sisak	1.5	5.4
Osijek	1.4	5.3
Ogulin	0.8	3.0

Postaja	sat	
	7	14
Pazin	3.4	4.7
Pula	3.3	8.4
Zadar	4.6	9.6
Knin	1.2	6.0
Makarska	5.0	12.1
Dubrovnik	6.4	9.4



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

nim krajevima Hrvatske. Vegetacija je u Dalmaciji krenula mnogo ranije pa je početak cvatnje marelice u Zadru zabilježen već 10. ožujka.

Tijekom jutra temperature tla na 5 cm dubine ovog su se mjeseca u istočnim i zapadnim kontinentalnim krajevima Hrvatske spustile do 0.5 °C,

a preko dana su rasle i do 5.8 °C. No, u Dalmaciji su temperature tla na toj dubini bile znatno više, pa su u 14 sati na postaji u Zadru ponekad iznosile i 9.6 °C. Valja istaknuti kako je ovog mjeseca tlo na 5 cm dubine bilo prosječno 1 °C toplije od tla na 20 cm dubine.

SVJETSKI METEOROLOŠKI DAN 1999.

VRIJEME, KLIMA I ZDRAVLJE

PORUKA PROFESORA GODWIN O. P. OBASI-a, GENERALNOG SEKRETARA SVJETSKJE METEOROLOŠKE ORGANIZACIJE

Svjetski Meteorološki Dan povezujemo s Konvencijom Svjetske Meteorološke Organizacije koja je stupila na snagu 23. ožujka 1950. godine.

Svake godine, SMO proslavlja taj dan izabirući temu od najvećeg ili tekućeg interesa. Tema "Vrijeme, klima i zdravlje" je odgovarajuća u vrijeme kada

se ljudske zajednice širom Zemlje oporavljaju od posljedica nedavnih prirodnih katastrofa, pitaju se zašto se takve katastrofe događaju, te što se može učiniti da bi se suočile sa ekonomskim i zdravstvenim posljedicama u budućnosti.

Stoljećima su se ljudi prilagođavali vremenu i klimi izgradnjom skloništa, proizvodnjom hrane, osiguranjem energije te živeći životom suglasja s klimom i općim uvjetima okoline. I sve ostale životinjske i biljne vrste na planetu su se prilagodile svojoj lokalnoj klimi kao dijelu svoje okoline. Međutim, nedavne prognoze značajnih promjena klime u sljedećih 100 godina koje, udružene sa nekim od većih prirodnih katastrofa koje smo iskusili u nekoliko posljednjih godina, stavljaju u žarište pažnju na posljedice klime i vremena na okoliš i socijalno ekonomski razvoj, uključujući i ljudsko zdravlje.

Ljudski organizam reagira fiziološki na veliki broj atmosferskih uvjeta, kao što su temperatura, vlaga, vjetar, sunčevo zračenje i onečišćenje zraka. Iako ljudi imaju velike mogućnosti prilagođavanja raznim klimama i okolišu, vrlo su osjetljivi na značajnu promjenu meteoroloških uvjeta. Primjera radi, izlaganje ekstremnim temperaturama može dovesti do sunčanice ili s druge strane do ozeblina. U mnogim zemljama ljudi mogu živjeti ugodno u temperaturnom rasponu od 17 °C do 31 °C. Ipak, kada temperatura okolnog zraka uzrokuje povišenje temperature površine kože preko 40.6 °C, javlja se sunčanica koja može rezultirati smrću. Znanstvenici su također ustanovili da puno više ljudi umire od srčanog udara za vrijeme toplinskih valova - čak iako su slabijeg intenziteta - nego za vrijeme hladnijih razdoblja. Što više, ljudska prilagodba na vrijeme, ako ju se promatra sa stanovišta "ugodnosti", ovisi o temperaturi, vlazi i vjetru. Ljudi koji žive u gradovima su osjetljiviji nego oni koji žive na selu.

Zrak oko nas je pun čestica i plinova kao što su pelud, spore gljiva te razne otrovne emisije, a što se sve odražava na zdravlje. Pored toga, kisele kiše i suhi otrovni talog koji zagađuju obradivu zemlju, šume, izvore vode te floru i faunu mora, ovisno o meteorološkim uvjetima mogu nepovoljno djelovati na velika područja. Na taj način, na zdravlje pučanstva u udaljenim krajevima može negativno djelovati onečišćenje, koje je prenešeno atmosferskom cirkulacijom, čiji izvor može biti mali broj tvornica u gradskim područjima. Ovo je veliki problem u Europi, gdje su, na primjer, kisele kiše oštetile udaljena područja Skandinavije. Lokalni efekti onečišćenja, kao što

su smog i postojanje ozona u niskim slojevima atmosfere, te prisutnost u zraku izvjesnih tipova peludi, povezani su sa akutnim napadima astme i drugih bolesti dišnog sustava. Broj ljudi koji osjećaju tegobe varira ovisno o prevladavajućem vjetru i vlazi, tj. dovode li ti uvjeti do disperzije ili koncentracije onečišćenja i peludi.

U drugim slučajevima veza između klime, vremena i zdravlja nije direktna, ali nije ni manje važna. Na primjer, stratosferski ozon štiti Zemljinu površinu od upadnog Sunčevog ultraljubičastog (UV) zračenja, a koje je štetno za sve životinje i biljke. Stanjivanje sloja ozona može zato imati ozbiljne zdravstvene posljedice. Znatno brojeva epidemioloških studija je naznačilo UV-B zračenje kao uzrok tumora kože kod svjetloputih ljudi, te je zaključeno da stanjivanje ozonskog sloja može rezultirati povećanim brojem oboljelih. U područjima s viskom izloženosti sunčevom ultraljubičastom zračenju češće se pojavljuju katarakti kao i ostala oštećenja očiju kao što je npr. snježna sljepoća. Štoviše, postoje dokazi da UV-B zračenje uzrokuje slabljenje imunološkog sustava kako kod ljudi tako i kod životinja, iako je širi značaj tog slabljenja za modele bolesti teško procijeniti.

Kao nadopuna ovim faktorima, prirodne katastrofe povezane s vremenom, kao što su tropske ciklone, suše, velike poplave, snažni monsoni također imaju utjecaj na zdravlje. Pri takvim događajima uništavaju se zalihe hrane što rezultira pothranjenošću, a pogoršava se stanje i količina zaliha vode. Sekundarni efekti uključuju povećani rizik pojave infektivnih bolesti zbog sloma sanitarnog sustava, nedostatka čiste i svježje vode, prenaseljavanja kao i oštećenja lokalne zdravstvene infrastrukture.

Primjer učinaka godišnjih promjena vremena na zdravlje može se vidjeti iz nedavnih epizoda fenomena El Niño. U nekim područjima svijeta suše su češće i intenzivnije za vrijeme i neposredno nakon El Niña. U drugim područjima ekstremi oborina povezanih s El Niňom mogu se nepovoljno odraziti na ljudske zajednice izazivajući poplave, klizanja tla te uzrokujući nedostatke hrane. Zaista, ukupni efekti El Niña su tako veliki da je globalni teret od prirodnih katastrofa veći u godini nastupa El Niña, nego onaj godinu dana prije, a što ima i posljedice na zdravlje pogođene populacije.

Nedavne studije su također pokazale da je El Niño povezan s epidemijama pojedinih bolesti, kao što su malarija, groznica doline Rifta, virusne i



ostale bolesti takvog porijekla, koje se češće pojavljuju nakon jakih kiša. Nakon jakih kiša koje je uzrokovao El Niño u godinama 1997. i 1998. u sjeveroistočnoj Keniji i južnoj Somaliji pojavila se ponovo groznica doline Rifta, koja je prije bila uspješno iskorijenjena, te je poumirao veliki broj stoke, a raširila se i na ljude. Puno napora treba još uložiti da bi se kontrolirali i smanjili efekti takvih bolesti povezanih s El Niñom.

Ljudske zajednice su višegodišnjim iskorištavanjem smanjivale broj prirodnih izvora čime je postepeno uništavan okoliš, posebno kroz zagađenje koje dolazi od teške industrije, prijevozom, te nekim vrstama upotrebe zemljišta. Stanovništvo je također mijenjalo svoju lokalnu klimu sječom stabala ili gradnjom nasipa. Danas je ukupni ljudski učinak dosegao besprimjernu globalnu razinu. SMO/UNEP Međuvladin Panel o Promjenama Klime je zaključio da “ravnoteža dokaza navodi na za-

ključak o vidljivom ljudskom utjecaju na globalnu klimu”. Postalo je prepoznatljivo da promjene klime koje dovode do toplijeg svijeta vjerojatno utječu na zdravlje ljudskih zajednica. Dublje razumijevanje veze klime, vremena i zdravlja će nam pomoći u prognozi posljedica te poduzimanju prikladnih mjera predostrožnosti.

Procjena iznosa potencijalnih učinaka na zdravlje pri promjeni klime je složena zadaća. Oslanja se na valorizaciju od strane klimatologa kada, gdje i u kojem stupnju će gomilanje stakleničkih plinova, posebno ugljičnog dioksida, prerasti u promjene u klimi. Mora se nadalje uzeti u obzir i valorizacija s područja drugih znanstvenih disciplina o djelovanju promjene klime na zdravlje.

Nekoliko mogućih učinaka na zdravlje zbog promjena klime su, ipak, dobro shvaćeni. Na primjer, poznato je da pojedine vrste komaraca prenose malariju, cece muha prenosi bolest spavanja, a cr-

na muha prenosi riječno sljepilo. S obzirom da klima može igrati važnu ulogu u određivanju njihove razdiobe i brojnosti, promjene klime mogu utjecati na zemljopisnu rasprostranjenost velikog broja takvih insekata. Kao rezultat toplije klime, na primjer, jug SAD-a i neki dijelovi Europe mogli bi biti ugroženi malarijom. Moguće je otkriti područja koja pogoduju visokom stupnju preživljavanja za cece muhe i komarce, te adekvatnom analizom, koristeći geografski informacijski sustav u kombinaciji s drugim podacima, ustanoviti gdje postoji rizik za ljudsku populaciju.

Dugotrajne promjene klime mogu također utjecati na dva temelja javnog sustava zdravstva: dovoljne količine hrane i pitke vode. S obzirom da su sve biljne i životinjske vrste osjetljive na promjene klime, poljoprivreda i ekosustavi mogu biti ugroženi. Neke procjene ukazuju da bi se jedna trećina do jedne polovine vegetacijskih tipova na Zemlji promijenili, a mnoge biljne i životinjske vrste bi nestale. Promjene klime bi također imale utjecaj na dostupnost svježje vode za kućnu, poljoprivrednu i industrijsku uporabu, te na kvalitetu vode. Podizanje razine mora bi prouzročilo zasoljavanje podzemnih zaliha slatke vode u priobalnim područjima i u nekim riječnim sustavima. Očekuje se da bi topliji svijet doveo do povećanog broja snažnih poplava na nekim mjestima, te do povećanog broja snažnih suša na drugima. Povećano plavljenje može dovesti do povećanog zagađenja vode ljudskim i životinjskim otpadom te kemikalijama koje se koriste u poljoprivredi. Smanjena razina vode na drugim mjestima može koncentrirati onečišćivače i patogene tvari u površinskoj vodi. Isto kao što bi utjecala na zalihe hrane, smanjena dostupnost vode imala bi zdravstvene posljedice; dokazano je da kod nedostatka vode kuhanje prevladava nad održavanjem higijene.

Kako se možemo pripremiti za buduće prijetnje zdravlju uzrokovane vremenom, klimatskim varijacijama te predviđenim klimatskim promjenama?

Kao prvo, Nacionalne Meteorološke i Hidrološke Službe (NMHS) i predstavnici javnog zdravstva bi trebali potaknuti ili jačati aktivnosti vezane za osiguranje relevantnih informacija. To su indeksi osjeta ugodnosti, upozorenja o zagađenju, količini peludi i prašine. Nadalje, izdavati, između ostalog prognoze ultraljubičastog zračenja, upozorenja o mogućoj pojavi sunčanice i bioklimatske karte.

Drugo, NMHS i javne zdravstvene službe bi trebale jačati suradnju u smislu priprema na po-

tencijalne opasnosti po zdravlje uzrokovane prirodnim katastrofama. Takva bi suradnja mogla imati koristi od veće pouzdanosti prognoze vremena koja je postignuta u zadnjoj dekadi, a sada je dostupna u znatnom broju zemalja. Poboljšanje ranih upozorenja sačuvalo je milione života od tropskih ciklona, poplava i drugih intenzivnih nepovoljnih vremenskih pojava. Članice SMO neprekidno izmjenjuju meteorološke informacije sustavom Svjetskog Meteorološkog Bdijenja, te upotrebljavaju te informacije u cilju poboljšanja predviđanja i upozorenja na katastrofe koje su povezane s vremenom.

Treće, NMHS bi mogle osigurati stalne sezonske prognoze zdravstvenim djelatnicima zbog planiranja. Značajan napredak je postignut prema izdavanju sezonskih predviđanja, što je rezultat rada učinjenog u Svjetskom Klimatskom Programu SMO. U sljedećoj dekadi vjerojatno će se ustanoviti nove službe čije će se aktivnosti temeljiti na sezonskim predviđanjima. Posebno će mogućnost prognoze pojave El Niña/Južna Oscilacija i ostalih anomalija klime za godinu dana ili duže pomoći ublažavanju mnogih nepovoljnih zdravstvenih posljedica povezane s njima.

Četvrto, NMHS bi mogle doprinijeti efikasnoj uporabi ograničenih resursa vode u polusuhim i drugim zemljama koje imaju čestu pojavu suše, valorizacijom kvalitete i količine vode. Nadalje, meteorološke i hidrološke informacije doprinose poboljšanju poljoprivredne proizvodnje i smanjenju onečišćenja kemikalijama koje se koriste u poljoprivredi ili drugim agencijama koje dovode do lošeg zdravstvenog stanja te smanjenja vrijednosti okoliša. U tom smislu, SMO podržava razne aktivnosti s ciljem ublažavanja nepovoljnih učinaka zbog varijabilnosti i promjena klime, čime se smanjuje rizik za zdravlje za stotine miliona osjetljivih osoba u svim dijelovima svijeta.

Peto, na lokalnoj razini, informacije o klimi i vremenu moraju biti prilagođene svim korisnicima. U tom smislu, SMO čini stalne napore da omogući da NMHS-e imaju mogućnost osigurati znanstvene činjenice onima koji donose odluke, te zdravstvenim djelatnicima. Nadalje, projekt SMO - Služba Klimatskih Informacija i Predviđanja (CLIPS), koja nastoji osigurati klimatske informacije i predviđanja za blisku budućnost, je korisni mehanizam za podršku suradnji sa zdravstvenim djelatnicima.

Konačno, budući da se učinci varijabilnosti i promjene klime na ljudsko zdravlje sve više naglašava-

ju na planu okoliša i zdravlja, treba popuniti znatan broj informacijskih praznina kroz lokalne studije o učincima na zdravlje a koje uzrokuju kratkotrajne varijacije u vremenu i klimi. U tom kontekstu, znanstvenici koji se bave zdravljem bi ubuduće trebali uključiti meteorologe, klimatologe, hidrologe i znanstvenike iz ostalih područja, da poduzmu istraživanja uz veću međusobnu suradnju.

Težište proslave Svjetskog Meteorološkog Dana ove godine je na temi "Vrijeme, klima i zdravlje", te pruža priliku vladama, javnosti i medijima da u potpunosti posvete pažnju povezanosti ovih ele-

menata. Pri tom treba naglasiti važnost doprinosa SMO i NMHS zdravstvenom sektoru. Trebalo bi shvatiti da se uspjeh u primjeni klimatskih i informacija o vremenu, te raznih znanja za poboljšanje ljudskog zdravlja, može postići kroz jačanje suradnje između NMHS, zdravstvenih djelatnika i ostalih koji donose odluke i odgovorni su za ljudsko zdravlje i dobrobit. SMO će nastaviti jačanje svoje suradnje sa zemljama članicama preko NMHS-i i zdravstvenih zajednica na regionalnoj i međunarodnoj razini u cilju poboljšanja našeg razumijevanja uloge vremena i klimatskog sustava na zdravlje, a na dobrobit budućih generacija.

Prijevod: Davor Nikolić