

ISSN 1331-6001

REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

BILTEN



iz područja meteorologije, hidrologije
primjenjene meteorologije
i zaštite čovjekova okoliša

3/98

**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 / 98

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) 12

EKOLOŠKE PRILIKE

Meteorološke karakteristike (Vesna Đuričić, dipl. inž.) 13

Onečišćenje zraka i oborine (mr. Višnja Šojat) 15

Meteorološke karakteristike zima 1997/1998. (Vesna Đuričić, dipl. inž.) 15

BIOMETEOROLOŠKE PRILIKE (mr. Ksenija Zaninović) 19

AGROMETEOROLOŠKE PRILIKE (mr. Dražen Kaučić) 21

VRIJEME, OCEANI I AKTIVNOSTI LJUDI

Poruka profesora Godwin O. P. Obasi-a, generalnog sekretara Svjetske meteorološke organizacije 22

VREMENSKE PRILIKE

Sinoptička situacija

1. ožujka hladna fronta i visinska dolina su se premjestile preko naše zemlje. Stoga je prevladavalo oblačno, povremeno s kišom i snijegom u unutrašnjosti, a na Jadranu je zapuhala bura. U Dalmaciji je bilo dosta sunčanog vremena. Bilo je hladno.

Od 2. do 4. ožujka na vrijeme u našim krajevima su utjecali ogranak anticiklone i visinski greben. Prevladavalo je suho i djelomice sunčano, te sve toplije vrijeme. Puhao je južni i jugozapadni vjetar.

5. ožujka ciklona i hladna fronta su se nalazile zapadnije od naše zemlje. Na Jadranu je bilo dosta sunčanog vremena, dok je u unutrašnjosti uz umjereno do pretežno oblačno vrijeme mjestimice padala kiša.

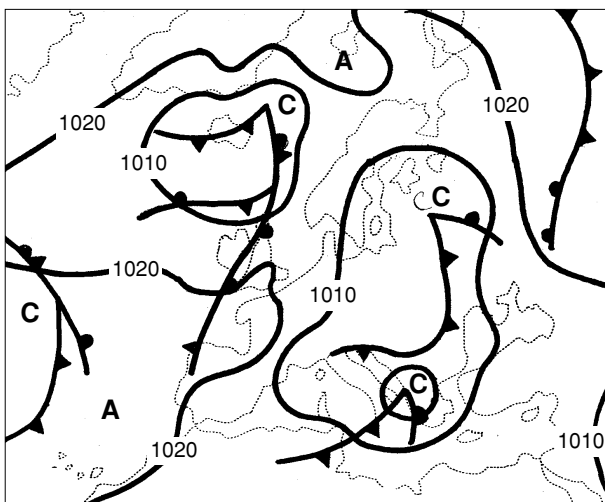
7. ožujka na prednjoj strani ciklone je pritjecao topao zrak, bilo je djelomice sunčano i uistinu toplo za ovo doba godine. 8. ožujka ciklona se još malo približila našoj zemlji, pa je stao pritjecati sve

vlažniji zrak. Bilo je promjenjivo i malo svježije uz mjestimične oborine i pljuskove s grmljavinom.

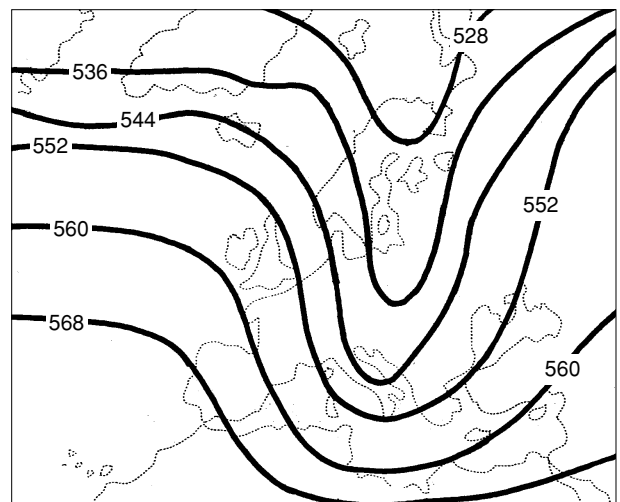
9. ožujka ciklona se premještala duž Jadrana, a visinka se dolina nalazila nad zapadnim područjima. I tog dana se zadržalo promjenjivo vrijeme s kišom ponegdje, a u gorju sa snijegom. Zapuhala je bura i sjeverni vjetar. Slike 1 i 2 prikazuju prizemnu i visinsku sinoptičku situaciju.

10. ožujka je ojačao ogranak anticiklone, a ciklona nad južnim Jadranom se popunjavala. Razvednilo se, ali je na Jadranu ponegdje puhala olujna i orkanska bura osobito u Dalmaciji. 11. i 12. ožujka anticiklona je uvjetovala pretežno sunčano vrijeme, u početku s burom na Jadranu. 13. ožujka ciklona se nalazila južnije od Italije i malo je utjecala na vrijeme u našoj zemlji. Bilo je djelomice ili pretežno sunčano, s većom naoblakom u Dalmaciji gdje je ponegdje padala i slaba kiša.

14. ožujka na vrijeme je utjecao ogranak anticiklone iz zapadne Europe, uz sjeverno visinsko



Slika 1. Prizemna sinoptička situacija
9. ožujka 1998. u 12 UTC.



Slika 2. Visinska sinoptička situacija AT 500 hPa
9. ožujka 1998. u 12 UTC.

strujanje. U unutrašnjosti je bilo djelomice, a na Jadranu uglavnom sunčano. 15. ožujka hladna fronta u sjevernom visinskom strujanju se premjestila na istok. Bilo je hladnije i umjereno do pretežno oblačno, mjestimice je padala kiša, a u gorju snijeg. U Dalmaciji je puhala bura jačeg intenziteta .

Od 16. ožujka do 23. ožujka vrijeme je bilo vrlo promjenjivo. U početku se ciklona nalazila istočno od naše zemlje, a anticiklona nad zapadnom Europom. Po visini je bilo sjeverno i sjeverozapadno visinsko strujanje. 21. ožujka se još jedna hladna fronta premjestila preko naše zemlje, a 22. ožujka i visinska dolina. 23. ožujka je uslijed pritjecanja još malo hladnijeg zraka nastala visinska ciklona. Mjestimice je bilo slabih oborina. 24. i 25. ožujka ciklona se nalazila nad Italijom, visinska ciklona se popunjavala, a zatim je do kraja mjeseca ojačao ogranak anticiklone i visinski greben. Uz sve više sunčanog vremena, počelo je zatopljavati.

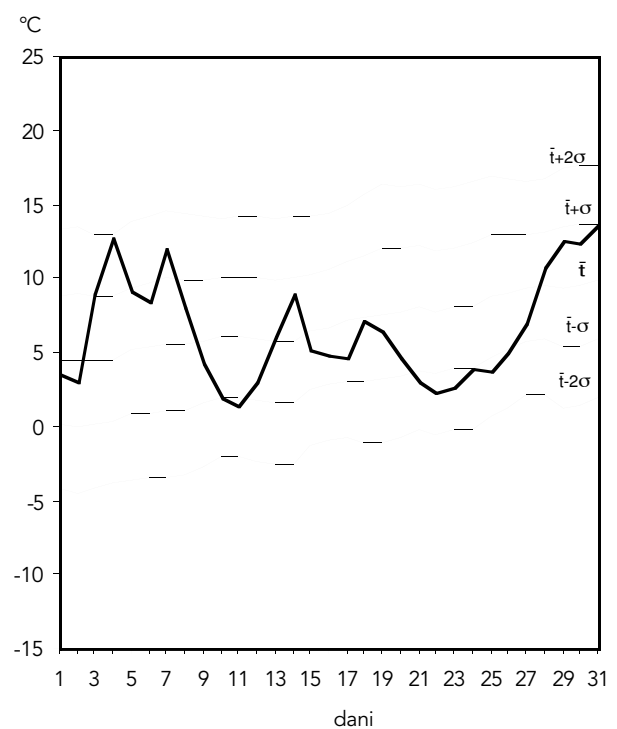
Klimatološki pregled

Srednje mjesečne temperature zraka su u ožujku 1998. bile pozitivne na gotovo svim analiziranim postajama Hrvatske, osim na planinskim postajama Zavižan (-3.4 °C) i Puntijarka (-0.1 °C). Usporedba sa tridesetgodišnjim srednjacima mjesečne temperature zraka pokazuje da je ožujak bio posvuda hladniji od prosjeka. Odstupanja su se kretala između -0.1 °C (Mali Lošinj) i -1.9 °C (Daruvar). Samo na postaji Zadar srednja mjesečna temperatura zraka nije odstupala od tridesetgodišnjeg prosjeka. Analiza raspodjele percentila je pokazala da su na području Hrvatske prevladavala obilježja klase "normalno", dok su područje Daruvara i južne Dalmacije ocijenjeni klasom "hladno".

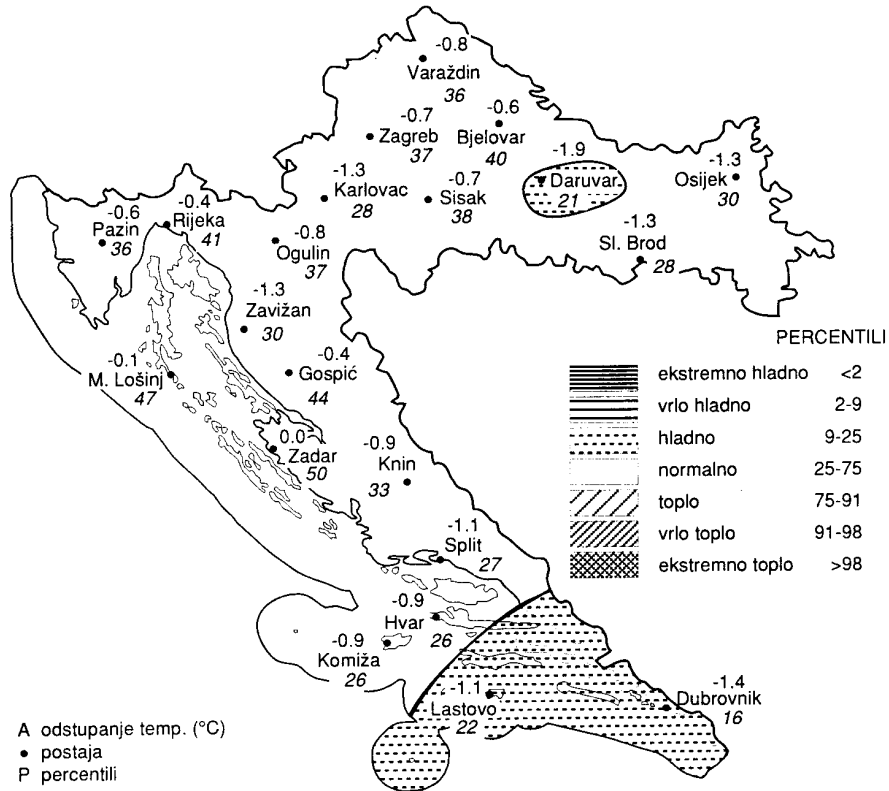
Srednje dnevne temperature zraka su na kontinentalnim postajama najviše do 7 dana bile negativne, a zabilježene su u prva dva dana druge dekade ili početkom treće dekade, pri čemu je na najvećem broju postaja najniža srednja dnevna temperatura zraka zabilježena 11. ožujka. Najviše srednje dnevne temperature zraka su se javljale tijekom prve dekade, od 4. ožujka do 8. ožujka ili u posljednja tri dana mjeseca. Anomalije srednjih dnevnih temperatura zraka za analizirane postaje u odnosu na tridesetgodišnji srednjak (1961.-1990.) pokazuju da je prva dekada bila pretežito toplija, dok su druga i treća dekada u najvećem broju dana bile hladnije od prosjeka. Iznosi pozitivnih i nega-

tivnih anomalija bili su izraženiji na kontinentalnim nego na priobalnim postajama. Činjenicu da su temperature prilike u ožujku veći dio Hrvatske svrstale u klasu normalno potvrdilo je i praćenje srednjih dnevnih temperatura zraka u odnosu na dugogodišnji prosjek (1862.-1995.) na opservatoriju Zagreb-Grič. S obzirom na taj prosjek iznosi srednjih dnevnih temperatura zraka u ožujku nisu izlazili izvan intervala od dvije standardne devijacije, a to znači da nije bilo niti izuzetno toplih niti izuzetno hladnih dana.

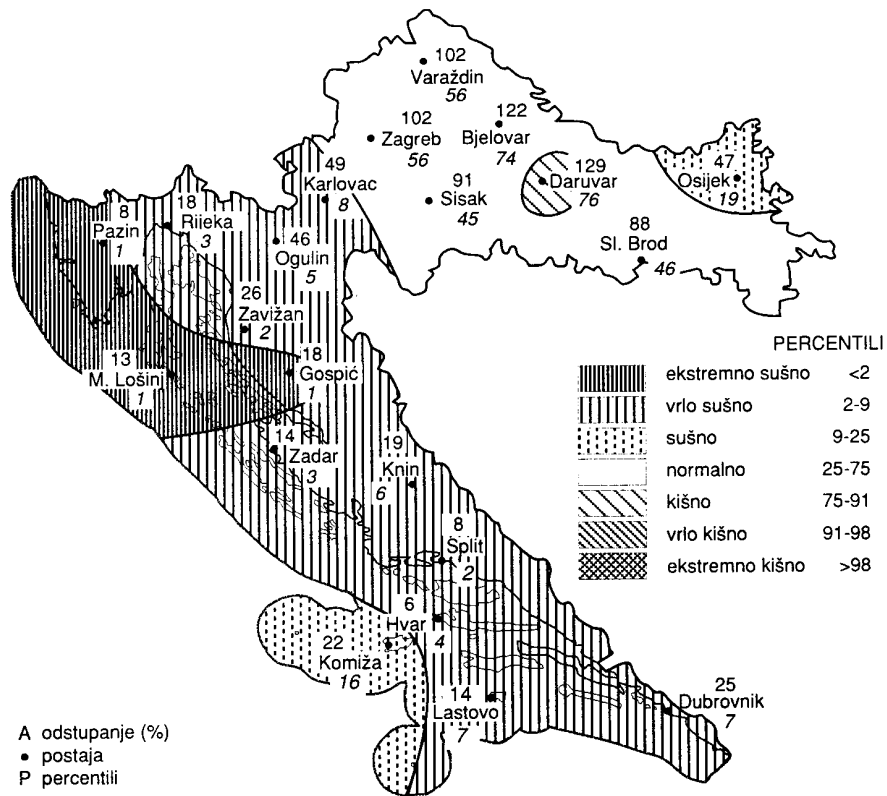
Srednje maksimalne temperature su u ožujku 1998. bile između 9.0 °C (Gospić) i 14.2 °C (Hvar), a na planinskim postajama i znatno niže (3.9 °C Puntijarka, -0.1 °C Zavižan). Ovi su iznosi bili uglavnom niži od višegodišnjih, dok su najviše odstupale upravo planinske postaje koje su bile hladnije za 1.0 °C. Iznosi anomalija srednjih minimalnih temperatura su bili veći, a najveća su odstupanja zabilježena u Karlovcu i Daruvaru (-2.3 °C, odnosno -2.4 °C). Najviše maksimalne dnevne temperature zraka su u ožujku iznosile između 18.0 °C i 20.7 °C (Knin, 29. ožujka) i bilježene su najčešće krajem mjeseca. Minimalne dnevne temperature zraka na kontinentalnim postajama nisu prelazile 10 °C, a najveća su odstupanja od višegodišnjeg prosjeka zabilježena tijekom prve polovice druge



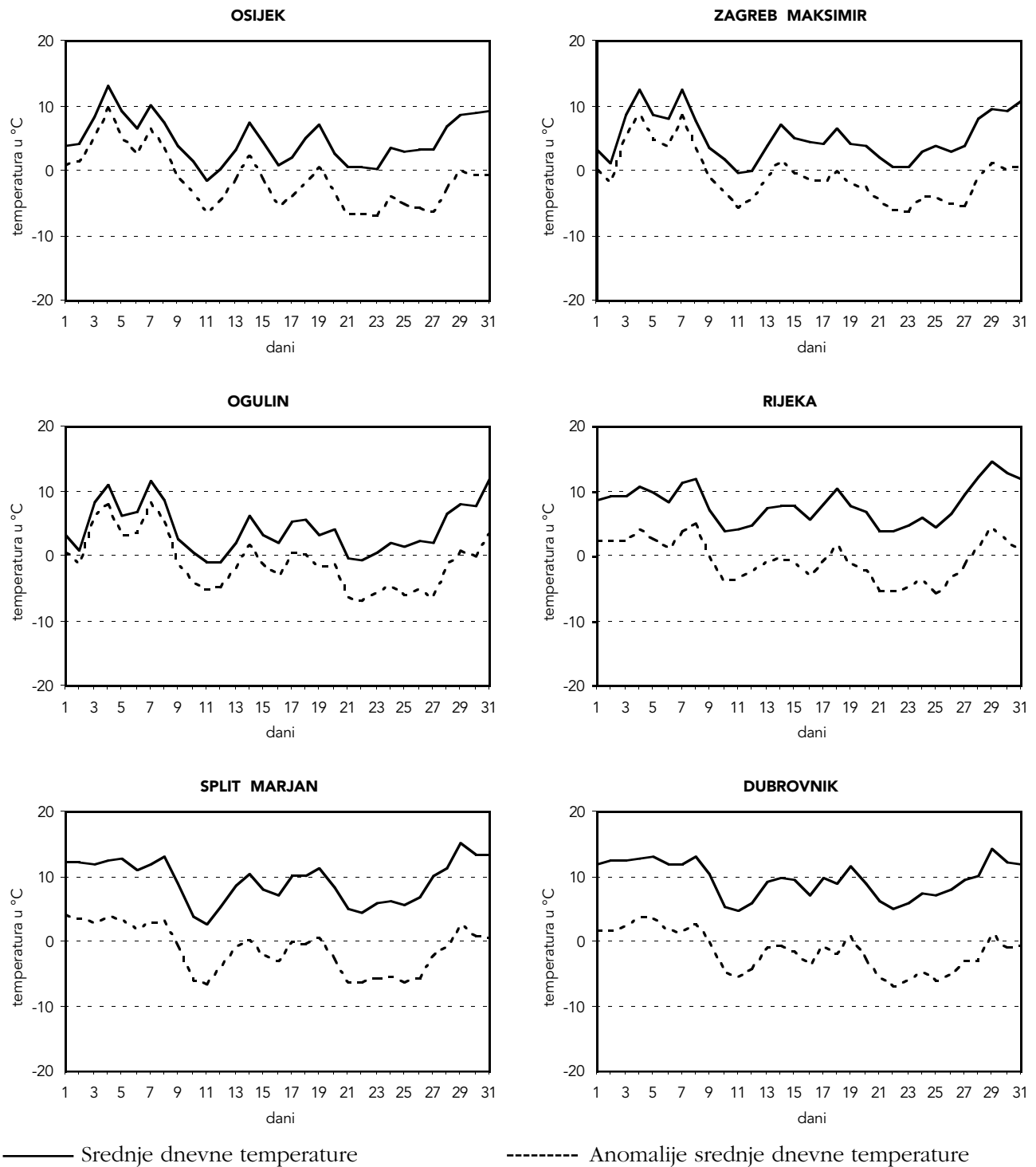
Slika 3. Srednja dnevna temperatura zraka (Zagreb-Grič) za OŽUJAK 1998. godine u usporedbi s dugogodišnjim srednjim vrijednostima (\bar{t}) i standardnim devijacijama (σ) (1862.-1990.).



Slika 4. Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u OŽUJKU 1998. od prosječnih vrijednosti (1961.-1990.)



Slika 5. Mjesečne količine oborine u OŽUJKU 1998. godine izražene u % prosječnih vrijednosti (1961.-1990.)

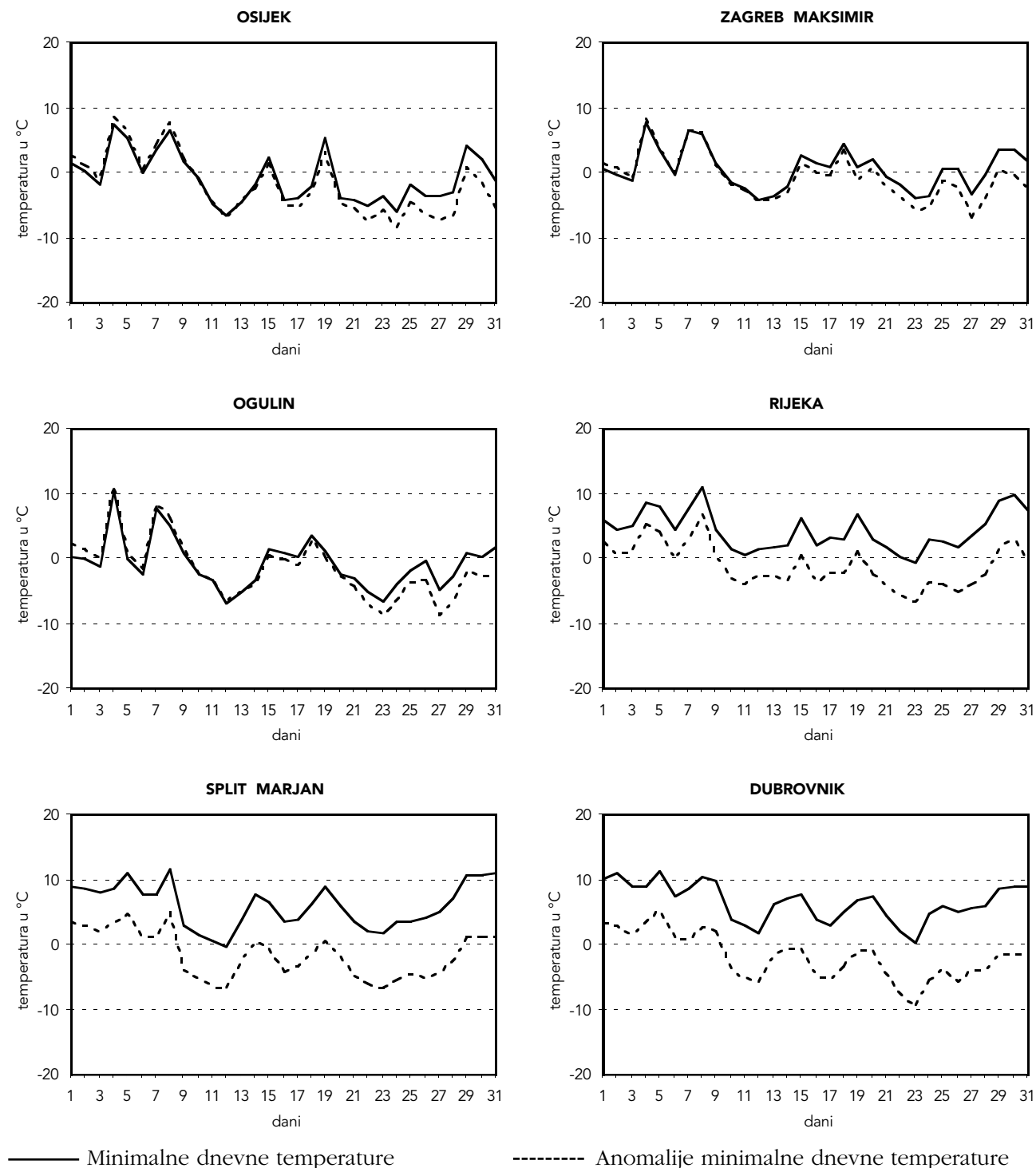


Slika 6. Srednje dnevne temperature zraka (°C) i njihove anomalije (°C) od dnevnog srednjaka za razdoblje 1961.-1990. (za Dubrovnik 1978.-1990.) u OŽUJKU 1998. godine.

dekade. 11. i 12. ožujka izmjerene su najniže minimalne temperature na najvećem broju postaja. Najniža minimalna temperatura u ožujku je izmjerena na Zavižanu i iznosila je -14.1°C .

Mjesečne količine oborina su ovoga mjeseca na većem broju postaja u Hrvatskoj bile manje od višegodišnjih (1961-1990.) prosjeka. Veće količine

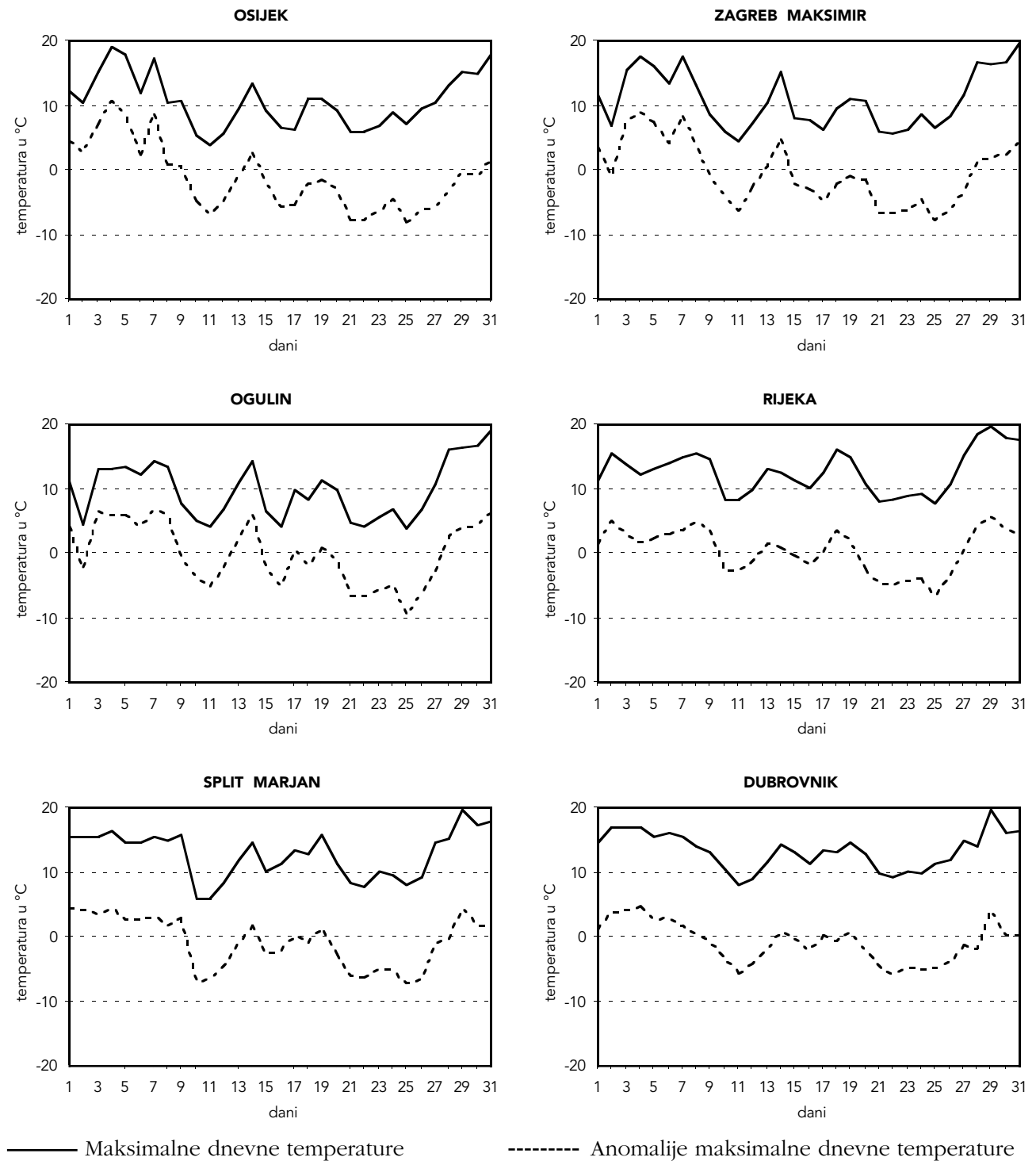
oborine u odnosu na prosjek javile su se u središnjoj Hrvatskoj, međutim ta odstupanja nisu bila izrazitija. Najmanja količina oborine u usporedbi s tridesetgodišnjim vrijednostima izmjerena je na Hvaru, 6% prosječne mjesečne količine oborine, dok je najveća količina oborine u odnosu na te vrijednosti izmjerena u Daruvaru, 129%.



Slika 7. 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 1998. godine.

Najveća je mjesečna količina oborine u ožujku zabilježena na Puntijarki (116 mm), što je 127% prosječne vrijednosti. Na temelju analiza raspodjele percentila oborine, kontinentalna Hrvatska sjeveroistočno od Karlovca je svrstana u klasu “normalno”, s izuzetkom “sušnog” područja oko Osijeka i “kišnog” Daruvara. Na postajama jugoistočno od Karlovca

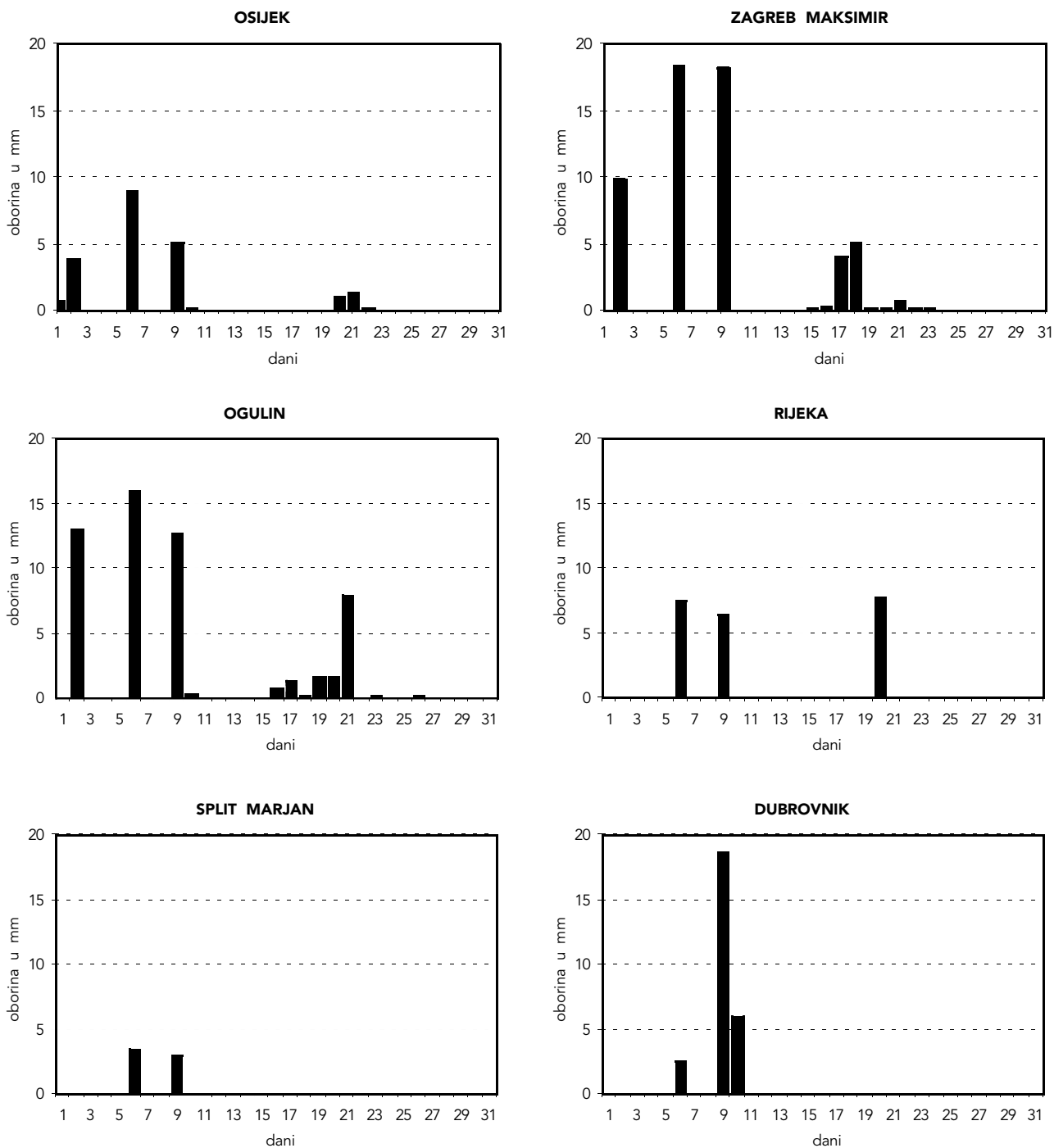
oborine su bile ispod 50% prosječnih vrijednosti, pa je to područje označeno klasom “vrlo sušno”. Klasom “ekstremno sušno” ocijenjeno je područje Istre, sjeverni otoci i područje Gospića koji su imali najmanje količine oborina, dok je otok Vis ocijenjen klasom “sušno”. Najveće dnevne količine oborine zabilježene su 6. i 9. ožujka kada je na go-



Slika 8. 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 1998. godine.

tovo svim postajama količina oborine iznosila više od polovice mjesečne količine oborine. Tijekom ožujka broj dana s količinom oborine većom od 1 mm kretao se od 2 do 11, a u Varaždinu i na Puntijarki je količina oborina u tri dana prelazila 10 mm. Maksimalna dnevna količina oborine izmjerena je na Puntijarki 9. ožujka i iznosila je 36.1 mm.

Broj sati sijanja Sunca je na svim postajama bio veći od prosjeka. Najmanje je odstupanje zabilježeno u Sisku gdje je bilo 33.0 sati sijanja Sunca više od prosjeka, dok je najveće odstupanje od prosjeka imala Rijeka, 88.8 sati. Srednja mjesečna naoblaka je na svim postajama bila manja od prosječne. Najmanje odstupanje je zabilježeno u Bjelovaru



Slika 9. Dnevne količine oborina (mm) u OŽUJKU 1998. godine.

(-0.2), a najveće u Dubrovniku (-2.5) koji je ujedno imao i najmanju srednju mjesečnu naoblaku. I broj oblačnih dana je na svim postajama bio manji od prosječnog, a najveće je odstupanje od 10 dana zabilježeno u Slavenskom Brodu.

Snježni pokrivač na tlu ≥ 1 cm je u ožujku zabilježen tek na nekoliko prizemnih postaja (Slavonski Brod, Daruvar, Bjelovar, Varaždin,

Ogulin, Gospić, Puntijarka i Zavižan) i zadržao se do 3 dana u središnjoj Hrvatskoj, dok je na postajama u Gorskom kotaru i Lici odstupanje broja dana sa snježnim pokrivačem bilo nešto veće. Maksimalne visine snježnog pokrivača su na svim postajama bile manje od prosječnih, pri čemu je na Zavižanu maksimalna visina snježnog pokrivača iznosila 35 cm (139 cm manje od prosjeka).

HIDROLOŠKE PRILIKE

Ožujak 1998. obilježili su vrlo niski vodostaji i izrazita malovodnost.

Vodostaji su uglavnom bili bez većih oscilacija i to u domeni niskih i srednje niskih vodostaja.

Na svim je analiziranim vodotocima zabilježena vodnost bila znatno manja od prosječnih vrijednosti.

Tako je na Savi kod Zagreba zabilježeni manjak otjecanja iznosio 62%, a kod Slavonskog Broda 51%. Na Dravi kod Donjeg Miholjca također je manjak otjecanja bio znatan, 41%. Za Kupu kod

Karlovca se iz srednjeg mjesečnog vodostaja jednako tako vidi da se radilo o znatnijem manjku otjecanja.

Treba posebno istaknuti da je Sava kod Zagreba u ožujku bila vrlo malovodna za ovo godišnje doba. Zabilježeni su najniži minimalni (-295 cm) i najniži srednji (-257 cm) vodostaj u odnosu na razdoblje 1946-1997. godine.

Detaljan pregled hidroloških parametara za OŽUJAK 1998. godine prikazan je u tablici 1, dok su nivogrami, hidrogrami kao i odnos prosječnih vrijednosti H i Q za OŽUJAK 1998. prikazani na slikama 10, 11 i 12.

Tablica 1. Pregled hidroloških parametara za OŽUJAK 1998. godine.

Rijeka	Postaja	Parametar	Vrijednosti za OŽUJAK 1998.			Vrijednosti za OŽUJAK za period obrade*		
			min.	sred.	max.	min.	prosjeak	max.
Sava	Zagreb	H (cm)	-295	-257	-159	-309	-55	382
		Q (m ³ /s)	87.7	136.3	299	72.1	257	2139
Sava	Sl. Brod	H (cm)	87	205	283	17	398	848
		Q (m ³ /s)	435	631	959	238	1287	3254
Drava	D.Miholjac	H (cm)	-83	-61	-37	-100	41	370
		Q (m ³ /s)	231	265	305	188	450	1577
Kupa	Karlovac	H (cm)	-47	-14	66	-77	141	790
		Q (m ³ /s)	-	-	-	-	-	-

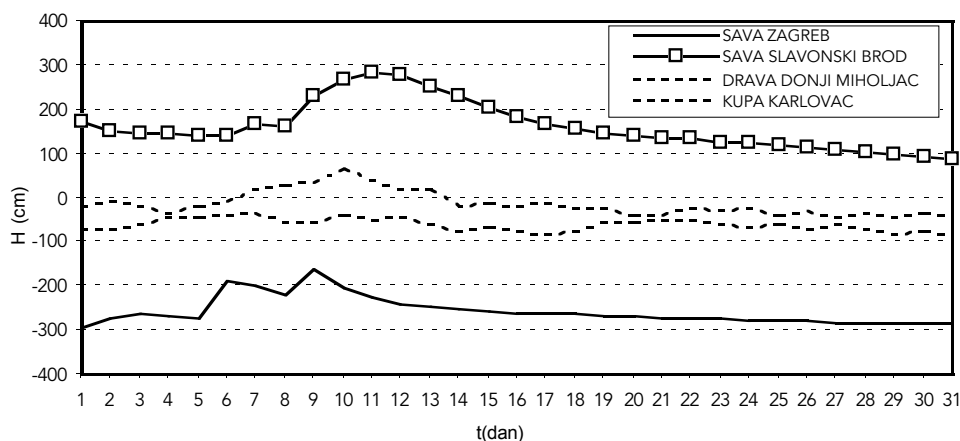
* Period obrade 1946.-1995.

Stanje voda u ožujku 1998.

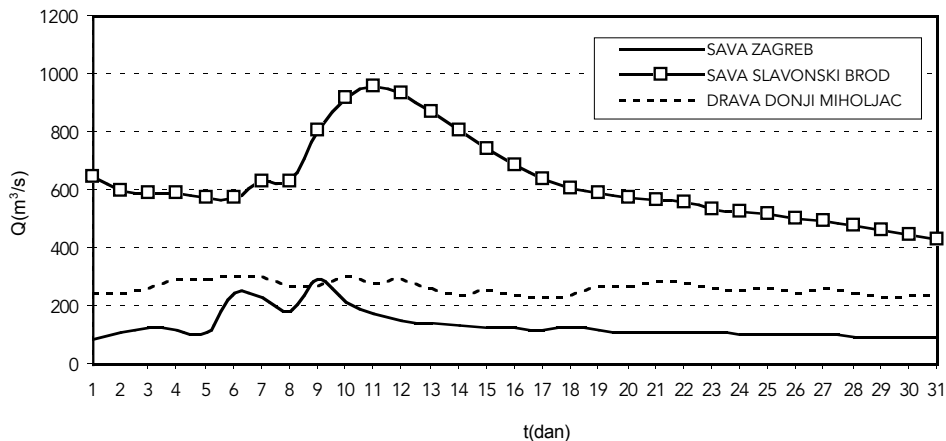
SAVA - Vodnost znatno ispod prosječnih vrijednosti

DRAVA - Vodnost znatno ispod prosječnih vrijednosti

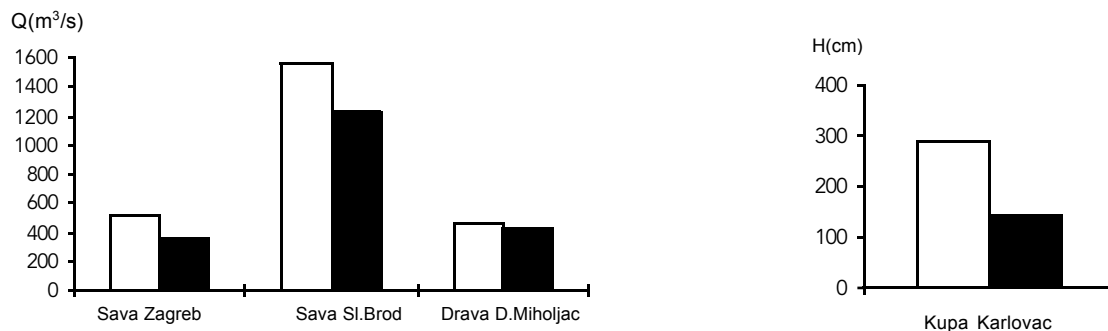
KUPA - Vodnost znatno ispod prosječnih vrijednosti



Slika 10. Nivogrami Save, Drave i Kupe u razdoblju od 1. do 31. ožujka 1998. godine.



Slika 11. Hidrogrami Save i Drave u razdoblju od 1. do 31. ožujka 1998. godine.



Slika 12. Prosječni mjesečni protok Q , odnosno vodostaj H za ožujak za razdoblje 1946-1995. ■
Srednji mjesečni protok Q , odnosno vodostaj H za ožujak 1998. □

EKOLOŠKE PRILIKE

Meteorološke karakteristike

Najniži sloj atmosfere u Zagrebu u ožujku 1998. godine bio je češće nego inače sredinom dana vrlo labilno stratificiran (A kategorija stabilnosti po Pasquillu, tablica 4). U oko 60% vremena prevladavala je neutralna, te slabo labilna ili stabilna stratifikacija tijekom dana, dok je noću prizemni sloj zraka bio više ili manje stabilan. Uz takve uvjete stabilnosti postojao je svaki dan, osim 8. ožujka, sloj miješanja debljine od stotinjak pa do 2600 metara (prosječna debljina 1052 m, tablica 2). I tijekom noći je u 30% slučajeva postojao plitak sloj miješanja uz neutralnu stratifikaciju. U tim situacijama postojao je sloj podignute ili visinske temperaturne inverzije, dok je u ostalim situacijama noću, u stabilnoj atmosferi, bila prizemna in-

verzija (tablica 3). Ovakve karakteristike prizemnog graničnog sloja atmosfere omogućile su dobre uvjete za raspršivanje onečišćenja. Zbog toga koncentracije plinovitih komponenti onečišćenja pri tlu vjerojatno nisu bile visoke. Uz to je ožujak bio prilično vjetrovit, uz 8 dana sa jakim vjetrom u gradu i 6 u okolici. Premda je na području Zagreba najčešći sjeveroistočni vjetar, najjači je bio jugozapadni vjetar i to osobito 4. ožujka. Vjetrovito vrijeme rezultiralo je nešto boljim pročišćavanjem Zagreba. Naime, koeficijent provjetravanja za Zagreb je 0.1 sat^{-1} , dok je najčešće ispod te vrijednosti. Uz ukupnu mjesečnu količinu oborine i broj dana s oborinom koji su bili u granicama višegodišnjeg prosjeka može se reći da je i ispiranje zraka oborinom bilo u granicama uobičajenog, naročito ako znamo da je oborine bilo u raznim oblicima (kiša, snijeg, susnežica, tuča, sugradica). Dakle, vremenske prilike su u ožujku na području Zagreba, najvećeg urbano-industrijskog grada u Hrvatskoj bile povoljne sa stanovišta zaštite okoliša.

Iz slike 13 koja prikazuje prosječno strujanje u najvećim gradovima u zemlji i njihovo provjetranje vjetrom, vidi se da je prevladavalo strujanje sa sjeverozapada u unutrašnjosti, te sa sjeveroistoka duž obale. Stalnost vektorskog srednjaka vjetera bila je po običaju veća uz obalu (50%-60%), dok je u unutrašnjosti zemlje vjetar češće mijenjao smjer. Međutim, na svim promatranim lokacijama bilo je po nekoliko dana s jakim vjetrom, što je pojačalo provjetranje. Ističemo situacije sa jakim jugozapadnim strujanjem u unutrašnjosti 4. i 5. ožujka, te jakom burom uz obalu 9. i 10., 15. i 25.-27. ožujka.

Ukupne mjesečne količine oborine bile su u sjevernim i sjeverozapadnim krajevima Hrvatske u granicama višegodišnjeg prosjeka, dok je u središnjim gorskim dijelovima, kao i duž cijele obale bio manjak oborina. Tako je i ispiranje zraka oborinom bilo dobro u unutrašnjosti, a slabo duž obale.

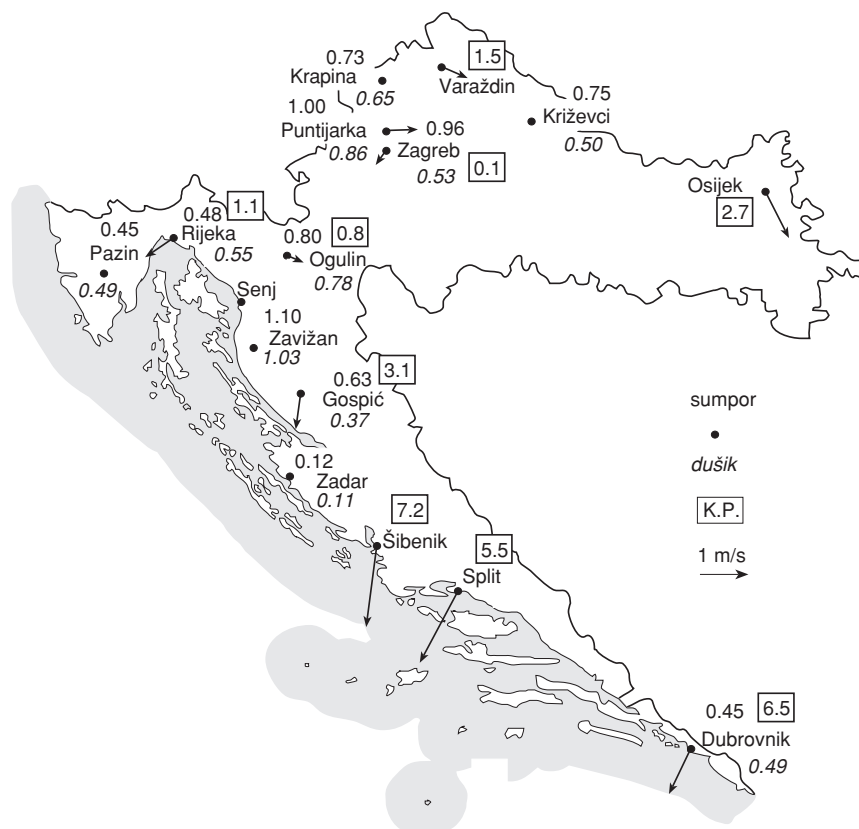
Karakteristike vremena u ožujku nisu pogodovale gomilanju onečišćenja zraka u promatranim gradovima. Mokro taloženje je u unutrašnjosti bilo u granicama prosječnog, a duž Jadrana zanemarivo, ali je zato prijenos onečišćenja iz unutrašnjosti na Jadransko more bio povećan.

Tablica 2. Apsolutni (N) i relativni (%) broj dana sa visinom sloja mješanja prema mjerenjima u Zagrebu za OŽUJAK 1998.

Visina sloja mješanja (m)	noć		dan	
	N	%	N	%
ne postoji	21	70	1	3
< 250 m	8	27	1	3
251-1000 m	1	3	12	41
> 1000 m	0	0	15	52
ZBROJ	30	100	29	99

Tablica 3. Apsolutni (N) i relativni (%) broj dana sa slojem inverzije temperature prema visinskim mjerenjima u Zagrebu za OŽUJAK 1998.

Sloj inverzije	noć		dan	
	N	%	N	%
ne postoji	5	17	10	34
prizemna	18	60	0	0
podignuta	3	10	8	28
visinska	4	13	11	38
ZBROJ	30	100	29	100



Slika 13. 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 OŽUJAK 1998. godine

Tablica 4. Apsolutni (N) i relativni (%) broj dana sa pojedinom kategorijom stabilnosti prema Pasquillu u prvih 100 metara od tla u Zagrebu za OŽUJAK 1998.

Stabilnost	noć		dan	
	N	%	N	%
A - jako labilno	0	0	12	41
B - umjereno labilno	0	0	0	0
C - malo labilno	0	0	4	14
D - neutralno	9	30	12	41
E - malo stabilno	9	30	1	3
F - umjereno stabilno	8	27	0	0
G - jako stabilno	4	13	0	0
ZBROJ	30	100	29	99

Onečišćenje zraka i oborine

Onečišćenje zraka plinovitim tvarima SO₂ i NO₂ je u ožujku bilo manje nego u veljači. Na mjernoj postaji Rijeka-Kozala najveća je dnevna koncentracija sumpor dioksida iznosila 27 µgm⁻³ (12./13. ožujka), dok je na postaji Zagreb-Grič iznosila 21 µgm⁻³ (3./4. ožujka). Istog dana izmjerena je na postaji Zagreb-Grič i najveća koncentracija dušik dioksida, 30 µgm⁻³ zraka.

Za ožujak je znakovita mnogo veća količina oborine negoli u veljači, osobito u planinskom i kontinentalnom području. Na to upućuje i broj analiziranih uzoraka na proučavanim postajama (tablica 5).

Količina oborine utječe na ispiranje onečišćenja iz atmosfere, pa je zbog toga i taloženje tvari na ekosustave bilo znatno veće nego u veljači. Analizirana je gotovo sva prispjela količina oborine

sa svih postaja, osim s postaje Pazin, gdje su prikupljena samo dva uzorka oborine ili 71% ukupne količine. Kiselih oborina bilo je na postaji Bilogora (Podravina), Puntijarka (Sljeme), Zagreb-Grič, Krapina i Zavižan. Njihov je udio iznosio od 8% (Zavižan) do 54% (Bilogora).

Taloženje sumpora, određenog u obliku sulfata, je bilo najveće na Zavižanu (Velebit, EMEP-program), 1.10 kg Sha⁻¹, zatim na Puntijarki (Sljeme, EMEP-program), 1.00 kg Sha⁻¹ i u Zagrebu (Grič), 0.96 kg Sha⁻¹. Na ostalim postajama istaloženo je od 0.12 kg Sha⁻¹ (Zadar) do 0.80 kg Sha⁻¹ (Ogulin).

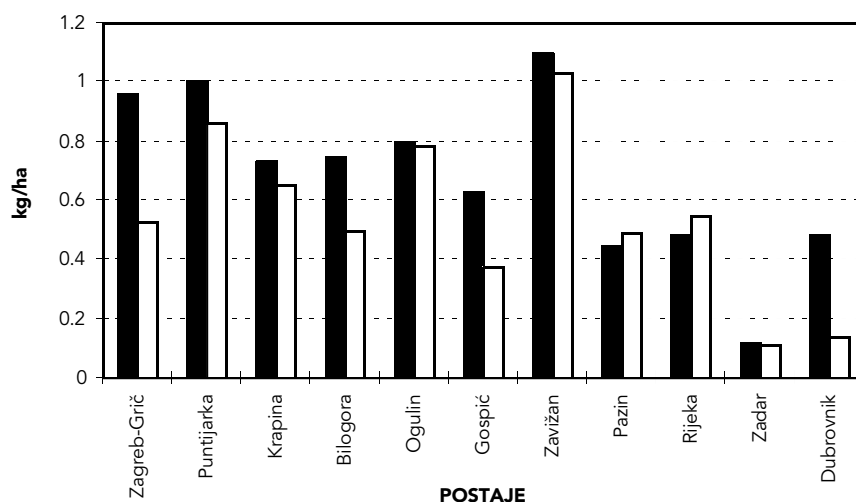
Na visinskoj postaji Zavižan je i taloženje anorganskog dušika iz nitrata bilo najveće i iznosilo je 1.03 kg Nha⁻¹. Najmanja je količina istaloženog dušika, 0.11 kg Nha⁻¹, izmjerena u Zadru. Kakav i koliki će biti utjecaj tvari istaloženih oborinom, ovisi o fizikalno kemijskom sastavu oborine, o geološkoj građi terena na koji su pale, kao i o klimatskim karakteristikama područja.

Meteorološke karakteristike

ZIMA 1997/1998.

Zbog tehničkih poteškoća ekološkog priloga Biltena nije bilo u brojevima od prosinca 1997. godine do veljače 1998. godine. Zato u ovom broju dajemo prilog koji obrađuje ta tri zimska mjeseca.

U prosincu prošle godine na području Zagreba je disperzijski potencijal prizemnog graničnog sloja bio relativno slab. Tijekom noći prizemni sloj atmosfere je bio pretežno stabilno ili neutralno



Slika 14. Ukupno mjesečno taloženje sumpora iz sulfata ■ i dušika iz nitrata □ za OŽUJAK 1998.

Tablica 5. Rezultati kemijske analize oborine i onečišćenja zraka u Hrvatskoj za OŽUJAK 1998.

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		mg / m ³			
Zagreb-Grič	98	7	5.44	4.47-7.39	1.67	0.93	7	21	17	30
Puntijarka	99	10	5.76	4.59-7.60	0.97	0.86	2	13	3	7
Krapina	99	11	5.79	4.44-7.98	1.18	1.07	-	-	-	-
Ogulin	97	7	6.35	5.95-7.65	1.53	1.47	-	-	6	11
Gospić	96	6	6.96	6.79-7.37	3.31	2.11	-	-	3	9
Zavižan	99	13	6.34	4.86-7.18	2.32	2.17	0	0	1	3
Pazin*	71	2	7.00	6.89-7.48	9.32	10.06	-	-	-	-
Rijeka	100	3	6.68	6.30-7.24	2.20	2.58	11	27	7	20
Zadar	97	3	6.79	6.42-6.98	1.31	1.19	-	-	3	10
Bilogora	100	11	4.82	4.21-6.93	1.37	0.97	-	-	-	-
Dubrovnik	100	3	6.57	6.47-7.35	1.75	0.52	-	-	1	5

* samo dva uzorka

stratificiran (tablica 8). I tijekom noći u oko 40% dana postojao je plitki sloj miješanja (oko 180 m, tablica. 7), iznad kojeg se nalazio sloj podignute temperaturne inverzije (tablica 6). U ostalim slučajevima je bila prizemna inverzija. Tijekom dana je prevladavala neutralna stratifikacija, ali je u ovogodišnjem prosincu bio i poneki slučaj svake od Pasquillovih kategorija stabilnosti, od A do F. U većini dana se formirao sloj miješanja prosječne debljine oko 350 metara, iznad kojeg je najčešće bio sloj temperaturne inverzije, a u tri slučaja i sredinom dana je postojala prizemna inverzija. Ispiranje zraka oborinom bilo je dobro, jer je ukupna mjesečna količina oborine bila u granicama višegodišnjeg prosjeka. S obzirom da prosinac 1997. nije bio osobito hladan, vjerojatno je i emisija onečišćenja bila u granicama normale, ili čak manja, pa mokro taloženje štetnih komponenti na tlo nije bilo značajno. Strujanje je na području Zagreba bilo uobičajeno slabo, promjenjiva smjera, te se ne može govoriti ni o nekom značajnom prijenosu onečišćenja na regionalnoj ili većoj skali. S obzirom da prosinac 1997. nije bio osobito hladan, vjerojatno je i emisija onečišćenja bila u granicama normale, ili čak manja, pa ni mokro taloženje štetnih komponenti na tlo nije moglo biti značajno.

Slično strujanje prevladavalo je u cijeloj Hrvatskoj (slika 15). Zbog toga su vektorski srednjaci u gradovima unutrašnjosti bili različitih smjerova (uglavnom sjevernih ili zapadnih) i malih modula, a stalnost vektorskog srednjaka vjetrova bila je od 14% u Varaždinu

do 33% u Zagrebu. Duž obale prevladavala je bura, a brzine vjetrova su bile nešto veće nego u unutrašnjosti, kao i stalnost vektorskog srednjaka vjetrova (od 32% u Dubrovniku do 60% u Šibeniku). Opisano prosječno strujanje je normalno za zimsko doba godine. Zbog takvog vjetrovnog režima provjetranje gradova u unutrašnjosti je bilo relativno slabo (koeficijent provjetranja uglavnom ispod 1 sat⁻¹), dok su priobalni gradovi imali znatno bolje provjetranje (od 1 sat⁻¹ u Rijeci do 7 sat⁻¹ u Šibeniku, slika 15).

U siječnju ove godine tijekom noći je prevladavala stabilna stratifikacija (tablica 8), najčešće uz prizemnu, a u trećini dana visinsku ili podignutu temperaturnu inverziju (tablica 6), bez sloja miješanja, osim u razdoblju između 21. i 27. siječnja, kada je i tijekom noći postojao plitki sloj miješanja (tablica 7). To su uobičajene prilike za noć u zimsko doba godine, osim što je vrlo stabilna stratifikacija (G kategorija po Pasquillu) bila češća nego posljednjih desetak godina. Sredinom dana (prema radiosondažnom mjerenju u 12 sati) stratifikacija atmosfere se kretala od vrlo nestabilne do umjereno stabilne (tabl. 8), pri čemu su nestabilne kategorije stabilnosti bile češće nego inače, a neutralne rjeđe. Izuzev 4 dana, u ostalim danima se formirao sloj miješanja (tablica 7), čija debljina je varirala od 48 do 1012 metara (u prosjeku 362 m). U većini slučajeva je iznad sloja miješanja bio sloj podignute ili visinske inverzije (tablica 6). To je bilo u danima sa neutralnom strati-



Slika 15. Prosječna brzina i smjer strujanja, te koeficijent provjetravanja (K: P.) u Hrvatskoj za PROSINAC 1997. GODINE



Slika 16. Prosječna brzina i smjer strujanja, te koeficijent provjetravanja (K: P.) u Hrvatskoj za SIJEČANJ 1998. GODINE

fikacijom, a prizemna inverzija je bila uz stabilnu stratifikaciju.

Opisane karakteristike prizemnog sloja atmosfere su uobičajene na području Zagreba u zimsko doba. Iako je u siječnju na području Zagreba bilo i kiše i snijega i zrnatog snijega i susnježice, ukupna mjesečna količina oborine je bila niža od višegodišnjeg prosjeka. Zbog toga je i ispiranje zraka oborinom bilo slabije, a onda i mokro taloženje štetnih tvari na tlo. Ovogodišnji siječanj je bio nešto vjetrovitiji nego inače, što se vidi iz vektorskog srednjaka vjetra (slika 16), a i njegova je stalnost bila 43%, što je dosta rijetko za Zagreb. Bilo je 4 dana s jakim, i 2 dana čak sa olujnim vjetrom. Zbog toga je i provjetravanje Zagreba u siječnju bilo bolje nego li je uobičajeno (koeficijent provjetravanja bio je 0.3 sat^{-1}).

Kao što se vidi iz slike 16 na području cijele Hrvatske siječanj je bio dosta vjetrovit. U svim je promatranim gradovima bilo po nekoliko dana s jakim, ili čak olujnim vjetrom. Naročito se ističe situacija između 20. i 22. siječnja kada je sjeverni ili sjeveroistočni vjetar puhao na području cijele Hrvatske, te 17. siječanj sa jakom burom duž obale. Opisani vjetrovni režim omogućio je dobro provjetravanje većih gradova Hrvatske (slika 16).

Količina oborine u siječnju je bila u uobičajenim granicama na području cijele Hrvatske, osim sjeverozapadnog dijela unutrašnjosti. Bilo je kiše, snijega, zrnatog snijega, susnježice i rosulje. To je omogućilo ispiranje zraka oborinom, a time i taloženje štetnih komponenti na tlo. Zimi je emisija štetnih plinova povećana, jer se



Slika 17. Prosječna brzina i smjer strujanja, te koeficijent provjetrovanja (K: P.) u Hrvatskoj za VELJAČU 1998. GODINE

industrijskim izvorima dodaju emisije od kućnih ložišta. Međutim, kako je bilo dosta vjetrovito, emitirano onečišćenje se brzo rasprišilo na veće područje, pa su prizemne koncentracije onečišćenja na pojedinim lokacijama vjerojatno bile niske, a i taloženje najvjerojatnije nije bilo veće od uobičajenog.

U veljači je disperzijski potencijal prizemnog sloja atmosfere u Zagrebu bio osobito dobar, najbolji u promatranu tri zimska mjeseca. Tijekom noći je prizemni sloj zraka bio uglavnom vrlo stabilan, uz jaku prizemnu, a ponekad i visinsku temperaturnu inverziju. Pretežno labilna stratifikacija, uz srednju visinu sloja miješanja od 675 metara, iznad kojeg je najčešće sloj podignute temperaturne inverzije, bile su karakteristike prizemnog sloja zraka tijekom dana (tablice

Tablica 6. Apsolutni (N) i relativni (%) broj dana sa slojem inverzije temperature prema visinskim mjerenjima u Zagrebu.

Sloj inverzije	PROSINAC 1997				SIJEČANJ 1998				VELJAČA 1998			
	noć		dan		noć		dan		noć		dan	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
ne postoji	5	17	4	15	0	0	5	17	0	0	5	18
prizemna	16	53	3	12	21	75	4	13	21	75	2	7
podignuta	7	23	14	54	1	4	11	35	2	7	15	54
visinska	2	7	5	19	6	21	11	35	5	18	6	21
ZBROJ	30	100	26	100	28	100	31	100	28	100	28	100

Tablica 7. Apsolutni (N) i relativni (%) broj dana sa visinom sloja miješanja prema mjerenjima u Zagrebu.

Visina sloja miješanja (m)	PROSINAC 1997				SIJEČANJ 1998				VELJAČA 1998			
	noć		dan		noć		dan		noć		dan	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
ne postoji	19	63	5	19	23	82	4	13	23	82	4	14
< 250 m	8	27	8	31	4	14	10	32	3	11	5	18
251-1000 m	3	10	12	46	1	4	16	52	1	3	13	46
> 1000 m	0	0	1	4	0	0	1	3	1	3	6	21
ZBROJ	30	100	26	100	28	100	31	100	28	99	28	99

Tablica 8. Apolutni (N) i relativni (%) broj dana sa pojedinom kategorijom stabilnosti prema Pasquillu u prvih 100 metara od tla u Zagrebu.

Stabilnost	PROSINAC 1997				SIJEČANJ 1998				VELJAČA 1998			
	noć		dan		noć		dan		noć		dan	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
A - jako labilno	0	0	2	8	1	4	6	19	0	0	10	36
B - umjereno labilno	0	0	2	8	0	0	4	13	1	4	4	14
C - malo labilno	0	0	2	8	0	0	2	7	0	0	2	7
D - neutralno	11	37	15	58	4	14	14	45	4	14	8	29
E - malo stabilno	14	47	4	15	7	25	4	13	5	18	4	14
F - umjereno stabilno	5	16	1	3	6	21	1	3	3	11	0	0
G - jako stabilno	0	0	0	0	10	36	0	0	15	53	0	0
ZBROJ	30	100	26	100	28	100	31	100	28	100	28	100

6, 7 i 8). Ovakve karakteristike atmosfere omogućile su dobar disperzijski potencijal, naročito stoga što je bilo dosta dana kada se stratifikacija zraka mijenjala od vrlo stabilne tijekom noći do vrlo labilne sredinom dana. Tada je vertikalno miješanje zraka vrlo dobro, a time i raspršivanje onečišćenja po vertikali, što rezultira niskim koncentracijama onečišćenja u sloju gdje se odvijaju ljudske aktivnosti. Ovogodišnja veljača ističe se upravo po tome što su češće nego inače bile baš ekstremne kategorije stabilnosti (A i G) na račun neutralnih ili slabo stabilnih (D i E). Srećom što su disperzijske mogućnosti bile dobre, jer je strujanje, a time i provjetranje bilo vrlo slabo, a i ispiranje oborinom također. Naime, vrlo slab vjetar promjenjivog smjera rezultirao je koeficijentom provjetranja u Zagrebu od svega 0.03 puta u satu. Bilo je svega 2 dana sa vrlo malom količinom kiše, pa uopće ne možemo govoriti o ispiranju zraka ili mokrom taloženju.

Slična je situacija bila na području cijele Hrvatske. Strujanje je bilo uglavnom slabo, promjenjiva smjera, što se vidi i iz vektorskih srednjaka vjetra čiji su moduli relativno mali. Jedino je duž obale strujanje bilo bolje zbog česte bure. Duž obale je i stalnost vektorskog srednjaka bila veća (50% do 65%), dok se u unutrašnjosti kretala od 8% do 31%. U skladu s tim je i koeficijent provjetranja u priobalnim gradovima bio veći (od 1.4 do 5.0 sat⁻¹) nego u gradovima unutrašnjosti (od 0.03 do 1 sat⁻¹).

Na području cijele Hrvatske ovogodišnja veljača je bila izrazito suha, pa nije bilo gotovo nikakvog pročišćavanja zraka oborinom.

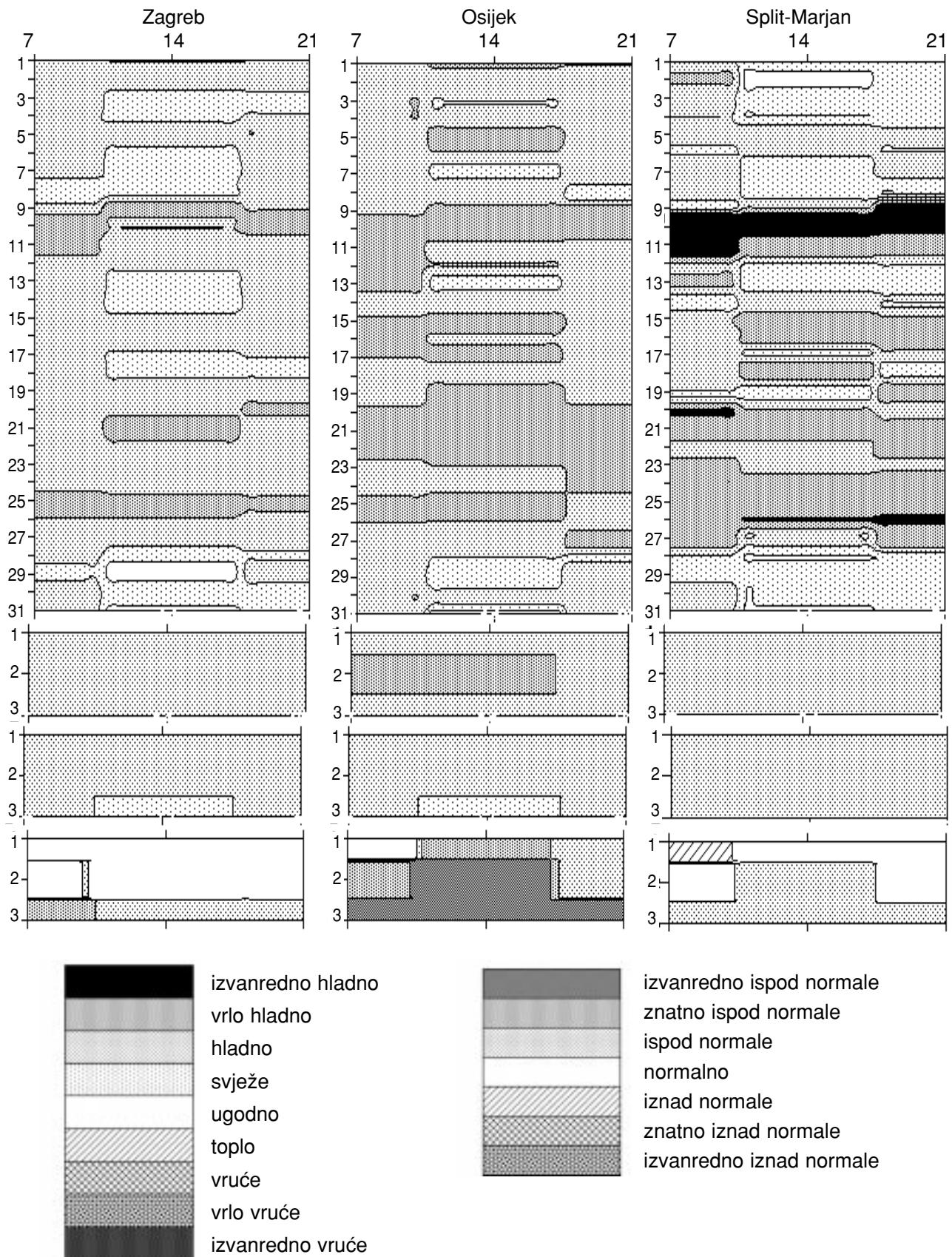
Ako su disperzijska svojstva prizemnog graničnog sloja atmosfere u ostalim gradovima Hrvatske bi-

la dobra kao na području Zagreba, onda koncentracije onečišćenja pri tlu nisu bile velike. Ukoliko to nije bio slučaj, s obzirom na slabo raspršivanje zbog vjetra i na slabo ispiranje oborinom, postojala je mogućnost većih koncentracija onečišćenja zraka pri tlu na pojedinim lokacijama. Međutim, kako je ovogodišnja veljača bila izrazito topla, vjerojatno je emisija onečišćenja bila smanjena, barem od kućnih ložišta, što ipak nije dovelo do većeg onečišćavanja zraka.

Na kraju možemo zaključiti da su meteorološke karakteristike atmosfere protekle zime bile manje-više uobičajene za zimu, sa nekim odstupanjima od mjeseca do mjeseca. No, kako je prošla zima bila blaga, emisija onečišćenja u atmosferu, barem od kućnih ložišta, a možda i od većih termoelektrana i toplana nije bila vrlo velika, pa onda ni onečišćenje zraka pri tlu vjerojatno nije bilo veliko, usprkos ponekim danima sa nepovoljnim vremenskim prilikama sa stanovišta zaštite okoliša. Zbog manje količine oborine mokro taloženje štetnih komponenti na tlo i vode nije bilo značajno, a uslijed čestih promjena vremena i najčešće slabog strujanja promjenjivog smjera nije bilo ni značajnog prijenosa onečišćenja na regionalnoj skali.

BIOMETEOROLOŠKE PRILIKE

Ožujak 1998. godine bio je na svim analiziranim postajama u Hrvatskoj hladan, kakav i jest prosječni ožujak u razdoblju 1961-1990. U Zagrebu i Splitu biometeorološke su se prilike kretale u okviru normalnih u ožujku, dok su u Osijeku vrijednosti biometeorološkog indeksa bile toliko niže od prosječnih, da se ovogodišnji ožujak u Osijeku može



Slika 18. Osjet ugodnosti prema indeksu TWH za Zagreb, Osijek i Split za OŽUJAK 1998. godine.

smatrati izvanredno hladnijim od normale.

Prva je dekada bila u prosjeku hladna na svim postajama, ali su se od dana do dana biometeorološke prilike mijenjale i razlikovale među lokacijama. Najhladniji je bio Osijek, gdje je uz prevladavajući osjet hladnoga u nekoliko navrata bilo i vrlo hladno. U Zagrebu i Splitu uglavnom su se izmjenjivali osjeti hladno i svježje. Prevladavala su hladna jutra, popodneva su bila hladna ili svježja, dok je navečer u Zagrebu obično bilo hladno, a u Splitu hladno ili svježje. Najhladniji dani u dekadi bili su 9. i 10. ožujka kada je u Zagrebu i Osijeku bilo tijekom čitavog dana vrlo hladno, dok je u Splitu vrlo jaki vjetar urokovao osjet izvanredno hladnog. I dok je prosječni osjet hladnog u ovoj dekadi u Zagrebu i Osijeku posljedica prevladavajućeg osjeta u toj dekadi, u Splitu, gdje su svježine bile najčešće, prosječnom osjetu hladnog su najviše pridonijele ove izvanredno hladne epizode. Prva je dekada u Zagrebu bila u granicama normalnih biometeoroloških prilika, u Splitu su jutro bila toplija od normalnih, dok su u Osijeku večeri bile hladnije, a popodneva znatno hladnija nego li je to uobičajeno.

Druga je dekada u Zagrebu bila slična prethodnoj, s prevladavajućim osjetom hladnog i povremenim svježinama u popodnevnim satima. U Osijeku su jutro i popodneva bila prosječno vrlo hladna, a uglavnom su se izmjenjivali osjeti hladno i vrlo hladno. Slično je bilo i u Splitu, gdje je ipak bilo i nešto svježina. Najhladniji je u ovoj dekadi bio posljednji dan, kada je zbog jake bure u Splitu u jutarnjim satima bilo izvanredno hladno. I ova je dekada u Zagrebu bila u granicama normalnih biometeoroloških prilika. Takva su bila i jutro i večeri u Splitu. Popodneva u Splitu i večeri u Osijeku bili su hladniji od normale, a jutro su u Osijeku bila znatno hladnija od normalnih. Od normalnih biometeoroloških prilika najviše su odstupala popodneva u Osijeku koja su bila ekstremno hladnija nego što su to obično popodneva u drugoj dekadi ožujka.

Prvi dio treće dekade bio je sličan prethodnima - prevladavajuće hladno s povremenim osjetom vrlo hladno, češće u Osijeku i Splitu nego u Zagrebu. Najhladniji su dani bili 25. i 26. ožujka. Tada je na svim analiziranim postajama bilo vrlo hladno, a u Splitu je u popodnevnim i večernjim satima 26. ožujka bilo izvanredno hladno. Nakon toga je znatno zatopljilo, pa je posljednjih dana ožujka u čitavoj Hrvatskoj prevladavalo svježje. Pri tome su Zagreb i Split bili nešto topliji od Osijeka jer je u nekoliko slučajeva u popodnevnim satima

bilo i ugodno. Nasuprot tome, u Osijeku je osjet hladnog bio još razmjerno čest. Ova je dekada u prosjeku bila hladna, dok su prema srednjim vrijednostima popodnevnim sati u kontinentalnom dijelu Hrvatske bili obično svježji. U Zagrebu su popodneva i večeri a u Splitu svi termini motrenja bili hladniji od normale, dok su zagrebačka jutro bila znatno hladnija od normalnih u trećoj dekadi ožujka. Ponovo su najveća odstupanja od normalnih biometeoroloških prilika zabilježena u Osijeku koji je u svim terminima motrenja bio ekstremno hladniji od normale.

AGROMETEOROLOŠKE PRILIKE

Minimalna temperatura zraka na 5 cm od tla

I tijekom ovog mjeseca smo bili svjedoci vrlo česte pojave minimalnih temperatura zraka na 5 cm od tla s negativnim vrijednostima. Poljodjerci nisu njihovom pojavom iznenađeni. No, kako je vjelača bila relativno topla, pa je i vegetacija, odnosno cvatnja marelica uranila, urod ove vočke na mnogim će lokalitetima ponovno izostati. Drugih šteta, zbog česte pojave negativnih vrijednosti minimalne temperature zraka, vjerujemo neće biti.

Maksimalne temperature zraka

Maksimalne temperature zraka i do 19.0 °C, te veoma velik broj dana s maksimalnim temperaturama iznad 10.0 °C pogodovali su poljodjelicima zaokupljenim proljetnom sjetvom. Naime, do 30. ožujka na poljima Osječko-baranjske županije zasijano je 82% planiranih površina pod jarim ječmom, 84% pod jarom zobi, dok je šećerna repa

Tablica 9. Apsolutne maksimalne temperature zraka na 200 cm od tla u ožujku 1998.

Postaja	Apsolutna maks. temp. zraka (°C)	Broj dana s maks. temp. višom od 10.0 °C
Zagreb	19.6	16
Krapina	18.9	17
Bjelovar	18.7	15
Daruvar	19.0	17
Osijek	19.0	17
Pazin	19.3	22
Poreč	17.9	25
Rab	18.4	25
Zadar	19.4	28

Tablica 10. Apsolutne minimalne temperature zraka na 5 cm od tla u ožujku 1998.

Postaja	Apsolutna min. temp. zraka (°C)	Broj dana s min. temp. ispod 0.0 °C
Zagreb	-8.6	21
Krapina	-8.0	21
Bjelovar	-9.8	23
Daruvar	-9.0	19
Osijek	-9.7	22
Pazin	-9.9	25
Rab	-4.0	8
Zadar	-3.3	6

Tablica 11. Srednje mjesečne temperature tla (°C) na 5 cm dubine u ožujku 1998.

Postaja	Temp. na 5 cm dubine (°C)
Zagreb	12
Krapina	14
Bjelovar	12
Daruvar	13
Osijek	8
Pazin	4
Poreč	3
Rab	5
Zadar	4

zasijana na 90% površina. Toplo je vrijeme osim toga izuzetno pogodovalo uzgoju presadnica u staklenicima i plastenicima.

Temperature tla na 5 cm dubine

Tlo se u ožujku dovoljno zagrijalo, pa je za očekivati da će nicanje posijanih ratarskih kultura biti uspješno. Međutim, zbog nedovoljne vlažnosti tla u istočnim kontinentalnim krajevima Hrvatske biti će problema sa nicanjem, a i sa daljnjom pripremom tla za nastavak sjetve.

VRIJEME, OCEANI I AKTIVNOSTI LJUDI

Poruka profesora Godwin O. P. Obasi-a, generalnog sekretara Svjetske meteorološke organizacije

Svjetski meteorološki dan se proslavlja u čast stupanja na snagu Konvencije Svjetske meteorološke organizacije od 23. ožujka 1950. godine.

Svake godine Svjetska meteorološka organizacija (SMO) proslavlja taj dan stavljajući u prvi plan pojedinu temu koja je od posebne ili tekuće važnosti za ljudski rod. Ujedinjene Nacije (UN) su proglasile 1998. godinu "Godinom oceana". Zbog toga je posebno prikladno da je SMO izabrao temu "Vrijeme, oceani i aktivnosti ljudi" kao ovo-godišnju temu za Svjetski meteorološki dan.

Važnost teme je naznačena činjenicom da se dvije trećine gradova na Zemlji sa brojem stanovnika većim od 2.5 miliona nalaze u obalnim područjima, a gotovo dvije trećine svjetske populacije živi u obalnim zonama. Dodatni razlozi su što svjetski oceani osiguravaju vitalne izvore hrane, energije, vode, ugljikovodika, a izvori minerala iz oceana su podložni rastućem iskorištavanju kao posljedica obalnog razvoja, industrijskog zagađenja i prekomjernog izlovljavanja ribe.

Danas, svjetske ribarske flote kao i ribolov malim brodovima ostvaruju ulov miliona tona ribe svake godine. Također, u zadnjih nekoliko dekada značajno su se razvile industrije koje su u bliskoj vezi s oceanima. Oceani se mogu opisati kao divovski tekući rudnik s obzirom da morska voda sadrži sve minerale nađene na kopnu. Pored dobivanja soli i pitke vode desalinizacijom iz oceana, očekuje se u bliskoj budućnosti pojačano vađenje sa dna oceana minerala kao što su mangan, nikel i bakar. Danas razvoj proizvodnje nafte i plina iz rezervi sa morskog dna i to sa polja blizu obale daje glavni doprinos svjetskim zalihama ugljikovodičnih goriva. Međutim, interes za izvore iz oceana se ne odnosi samo na neobnovljive zalihe minerala i ugljikovodika, nego i na iskorištavanje plime, valova i temperaturnih gradijenata u oceanima u svrhu dobivanja električne energije.

Poznavanje vremenskih stanja nekoliko dana unaprijed je važno za efikasno i troškovno prihvatljivo odvijanje tih aktivnosti. Vođeno potrebom za razvojem sveobuhvatnog sustava za globalno opažanje na oceanima u cilju podrške oceanskim industrijama, otvorilo se značajno industrijsko područje visokih tehnologija čiji su glavni zadaci planiranje, razvoj, izrada i provođenje oceanskog opažackog i komunikacijskog sustava.

Pored svoje ekonomske važnosti, oceani pokazuju veliki utjecaj na globalnu klimu i na svakodnevne vremenske uvjete. Fenomen El Niño jasno pokazuje vezu između površinske temperature oceana i prognoze klimatskih uvjeta za nekoliko mjeseci unaprijed. Tropske ciklone stvaraju se iz-

nad toplih tropskih voda dobivajući energiju prijenosom topline i vlage sa površine oceana u zrak. Zračne mase koje se kreću sa kopna na more bitno se mijenjaju prelazeći preko oceanskih voda.

Vrijedi i suprotno, vrijeme i klima direktno utječu na stanje oceana. Zimski uvjeti povećavaju Arktičke i Antarktičke količine leda, a koje predstavljaju glavnu prepreku plovidbi oceanima čak i za najsnažnije i posebno ojačane brodove za plovidbu u takvim uvjetima, dok u ljeti sante koje se odvajaju od ledenjaka i polarnih kapa plutaju na velike udaljenosti i predstavljaju opasnost u plovidbi umjerenim širinama. Većina oceanskih valova je stvorena vjetrom koji puše površinom oceana. Iako su oceanske plime uzrokovane gravitacijskim privlačenjem Mjeseca, Sunca i ostalih nebeskih tijela, vremenske prilike također mogu imati veliki utjecaj na plimu; kombinacija jakih vjetrova prema obali, niskog atmosferskog tlaka i jakog astronomskog plimnog utjecaja može dovesti do plavljenja obale. U studenom 1970., na primjer, oko 300 000 ljudi se utopilo u Bangladešu kao rezultat loma valova nastalih kao posljedica jake tropske ciklone u vrijeme visoke plime.

U pogledu osjetljivosti ljudi na valove i vjetar ne iznenađuje da je korištenje podataka oceanskih vremenskih službi jedna od najvažnijih funkcija meteoroloških službi obalnih i maritimnih nacija. Najranije organizirane meteorološke službe su bile ustanovljene za pomorce, a u mnogim zemljama, Nacionalne meteorološke službe su ustanovljene prvenstveno da osiguraju vremenske prognoze i upozorenja za obalna područja.

Osiguranje morskih vremenskih službi je ovisno o stalnom prilivu točnih i na vrijeme danih opažanja o vjetru, vremenu, valovima, temperaturi zraka i mora, stanju leda i ostalim elementima sa svjetskih oceana. U tom smislu SMO i njeni članovi poduzimaju na razini cjelokupne Zemlje napore u monitoringu, a kao dio World weather watch (WWW) programa osiguravaju vremenske klimatske službe za cijeli svijet.

Veliki naponi su uključeni u skupljanju vremenskih opažanja sa skoro 7000 trgovačkih brodova koji sudjeluju u SMO dobrovoljnom programu opažackih brodova, od plutajućih do usidrenih meteoroloških plutača, naftne opreme, automatskih obalnih i brodskih meteoroloških postaja, visinskih sondaža, aviona i sa meteoroloških senzora na orbitalnim i geostacionarnim satelitima. SMO i zemlje članice surađuju blisko sa Međunarodnom Oceanografskom Komisijom UNESCO-a (IOC),

obalnim organizacijama, brodskim linijama, naftnom industrijom i drugim interesentima u smislu zadržavanja i poboljšanja tih oceanskih opažackih programa.

U 1905. godini, radio telegraf je bio prvi puta upotrebljen za prijenos vremenskih izvještaja sa brodova na moru prema obalnim radio stanicama. Kasnije, Prva međunarodna konvencija o sigurnosti života na moru (SCOLAS konvencija) pozivala je na pokrivanje svih brodskih linija i ribarskih područja sa radio izvještajima o vremenskoj prognozi. Godinama su WMO i pomorske organizacije razvijale koordinirani sustav prognoza za područje morskih pučina te službe upozorenja u sustavu obalnih voda kao i za otvoreno more. S međunarodnim prihvaćanjem u 1988. godini Svjetskog sustava o opasnosti i sigurnosti na moru (GMDSS), komunikacije na moru su obnovljene tako da odražavaju napredak u tehnologiji komunikacija. Proširenje meteoroloških prognoza i upozorenja u sustavu plovidbe je integralni dio moderniziranog GMDSS sustava.

Pomorske vremenske službe su se jako razvile u zadnjih pola stoljeća, a sve u naporu da zadovolje specifične zahtjeve priobalnih iskorištavanja nafte i plina, obalnog inženjeringa, morske vučne službe, čišćenja mora i ostalih aktivnosti na moru koje ovise o vremenu. Pri planiranju plovidbe brodova, brodske kompanije se koriste prognozama vjetra i valova koje se temelje na prognostičkim modelima stanja na moru nacionalnih meteoroloških službi. Uvođenje u upotrebu vrlo velikih plovila (superbrodova) je povećalo važnost u korištenju informacija pomorskih vremenskih službi za obalna područja, luke i sidrišta gdje su ta plovila najosjetljivija. Kako se prijevoz morem, izlov ribe i proizvodnja nafte proširila na polarne i subpolarne regije, prognoze stvaranja leda na moru, ponašanja i rasapa leda, a koje osiguravaju zemlje članice WMO, su učinile važan korak prema sigurnosti i efikasnosti operacija u hladnom dijelu oceana.

Rastuće je zanimanje znanstvenika na značajnu ulogu procesa atmosferskog prijenosa i odlaganja na obalno i dubinsko onečišćenje. Atmosfera je vrlo efikasno sredstvo za prijenos onečišćenja u oceane, uključujući teške metale kao što su olovo, živa te stalnih organskih zagađivača kao što su DDT i poliklorirani bifenili (PCBs). Oni mogu poremetiti biokemijske procese u morskom okolišu uzrokujući povećanje biološke produktivnosti. Kao odgovor, WMO je ustanovio Svjetski Program Bdičenja (GAW) u cilju osiguranja dobivanja po-

dataka, znanstvenih procjena i informacija koje će pomoći u boljem razumjevanju atmosferskih doprinosa oceanskim procesima.

Međudjelovanje zemlje, mora i atmosfere najznačajnije je duž obala. Meteorološke i klimatološke informacije pomažu u upravljanju obalnim zonama, omogućavajući da se odluke donose na temelju činjenica koje uvažavaju mogućnost onečišćenja iz zraka, intenzitet jakih pljuskova kiše, jačine sila uzrokovanih vjetrovima, valovima itd. Na primjer, meteorološke službe doprinose izradi obalnih inženjerskih radova kao što su sidrene pogodnosti davanjem statističkih informacija o valovima, vjetrovima i ostalim meteorološkim pojavama.

Učinci jakog obalnog razvoja su već vidljivi u ubrzanoj degradaciji obale, povećanom onečišćenju i smanjenju obalnih ribolovnih područja. Situacija je vezana s privlačnošću plaža, malih otoka i obalnih pogodnosti za milione turista a koja često rezultira nekontroliranim razvojem izloženih nisko položenih područja osjetljivih na olujne valove ili tsunamije. Za Nacionalne meteorološke službe dolazak turista stvorio je povećanu potrebu da informira i educira posjetioca o vremenskim i vremenom uzrokovanim opasnostima koje mogu utjecati na njihovo uživanje u obalnom okolišu. Nacionalne meteorološke službe su osigurale u tom smislu produkte i organizirale službe za sektor turizma i rekreacije. Te se informacije kreću od procjena klimatske pogodnosti područja za razne rekreativne aktivnosti do specijalnih produkata kao što su prognoze za male brodove te pojava jačeg ultraljubičastog zračenja. Ponekad se kritična važnost vremena na moru u rekreacijskom kontekstu pokazuje u velikom broju tragičnih utapljanja koje se događaju za vrijeme raznih oceanskih utrka.

Danas postoji vrlo veliki interes javnosti za klimu, klimatske varijacije te opasnost zbog globalnog zatopljenja. Bilo koji faktor koji mijenja radijaciju primljenu od Sunca ili izarenu sa Zemlje ili koji mijenja njihovu redistribuciju unutar i između atmosfere, oceana i kopna će utjecati na klimu. Opažena povećanja koncentracije tzv. stakleničkih plinova kao što su ugljični dioksid, metan i dušični oksid smanjuju efikasnost kojom se Zemlja hladi, što može dovesti do toplije donje atmosfere i površine Zemlje.

Znanstvene spoznaje pokazuju da su promjene svjetske klime već u tijeku. Međuvladini panel o promjenama klime (IPCC) je ustanovljen 1988. godine od strane SMO i Programa za okoliš Ujedinjenih

nacija (UNEP) s ciljem da procijeni i izvjesti periodično o klimatskim promjenama. Najnovija procjena Panela sugerira da bi Zemlja mogla biti toplija za više od 3.5 °C do 2100. godine ako se ne pokrenu preventivne mjere. Očekuje se da će termička ekspanzija oceana udružena sa bržim topljenjem ledenjaka i polarnih ledenih kapa povisiti prosječnu razinu mora od 15 do 95 centimetara, a najvjerojatnije oko 50 centimetara.

Dizanje morske razine predstavlja ozbiljnu prijetnju samom postojanju nekih otočkih nacija, priobalnih ravnih područja, te povećava osjetljivost na plavljenje obale i eroziju. Shodno tomu SMO i meteorološka zajednica stavljaju na prvo mjesto poboljšanje razumijevanja globalnog zatopljenja i njegovih posljedica na oceane, otoke i obalne zajednice. SMO usko surađuje s vladama i ostalim partnerima u razvoju politika sa ciljem smanjenja veličine globalnog zatopljenja i smanjenja njegovih posljedica.

Aktivnosti na oceanima su se značajno proširile u drugoj polovici 20. stoljeća. To, kao i rastuće razumijevanje uloge oceana u klimatskom sustavu, povećalo je pažnju znanstvene javnosti i vlada na sustav ocean - atmosfera. Nasuprot ovih napora postoje trajni zahtjevi za postojanjem pomorskih meteoroloških službi kao osiguranje za sigurne i efikasne operacije na moru, te da doprinose zaštiti i održivom razvoju oceanskih bogatstava.

Nadalje, postoji veliki izazov i prilika za SMO i nacionalne meteorološke i hidrološke službe (NHMS) u traženju iskorištenja veza između oceana i klime radi dobivanja pravovremenih prognoza suša i drugih teških klimatskih uvjeta na sezonskoj ili godišnjoj vremenskoj skali. Moramo također težiti poboljšanju našeg razumijevanja trajne uloge oceana da bi stvarno mogli doprinijeti sprečavanju ili ublažavanju najnepovoljnijih učinaka globalnog zatopljenja.

Žarište proslave Svjetskog meteorološkog dana ove godine o temi "Vrijeme, oceani i ljudska aktivnost" daje mogućnost vladama, širokoj javnosti i medijima da razmisle o važnom doprinosu SMO i Nacionalnih meteoroloških službi pomorskim i obalnim aktivnostima te održivom korištenju oceanskih bogatstava. Nadamo se što boljoj suradnji sa NHMS, znanstvenom javnošću i vladama u poboljšanju našeg razumijevanja uloge oceana u klimatskom sustavu, te da doprinesemo očuvanju ovih vitalnih bogatstava za buduća pokoljenja.