

REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

ISSN 1330-3414



**BILTEN**

**8/94**

*iz područja meteorologije,  
hidrologije i zaštite čovjekova okoliša*

DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD  
ZAGREB, GRIČ 3

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

# **BILTEN**

iz područja meteorologije, hidrologije  
i zaštite čovjekova okoliša

## **8 / 94**

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

**IZDAJE**

Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske  
Zagreb, Grič 3  
Telefon: (041) 421-222/315,  
telex: 21-356 METEO RH,  
telefax: 278-703,

**UREĐIVAČKI ODBOR**

- Glavni urednik:** Davor Nikolić, dipl.inž.
- Tehnički urednik:** Ivan Lukac, graf.inž.
- Članovi odbora:** Željko Cindrić, dipl.inž.  
Tomislav Dimitrov, dipl.inž.  
Vesna Đuričić, dipl. inž.  
Tatijana Kobeščak, dipl.inž.  
mr Dražen Kaučić,  
Marija Mokorić, dipl.inž.  
Damir Peti, dipl.inž.  
dr Dražen Poje  
Tomislava Slamar, inž.  
mr Višnja Šojat  
mr Ksenija Zaninović

# SADRŽAJ

Strana

## VREMENSKE PRILIKE

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

Klimatološki pregled (Tatijana Kobeščak, dipl. inž.) ..... 7

HIDROLOŠKE PRILIKE (Tomislava Slamar, inž.) ..... 12

## EKOLOŠKE PRILIKE

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

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

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

AGROMETEOROLOŠKE PRILIKE (mr Dražen Kaučić)  
(Tomislav Dimitrov, dipl. inž.) ..... 18

OBRANA OD TUČE (Damir Peti, dipl. inž.) ..... 21

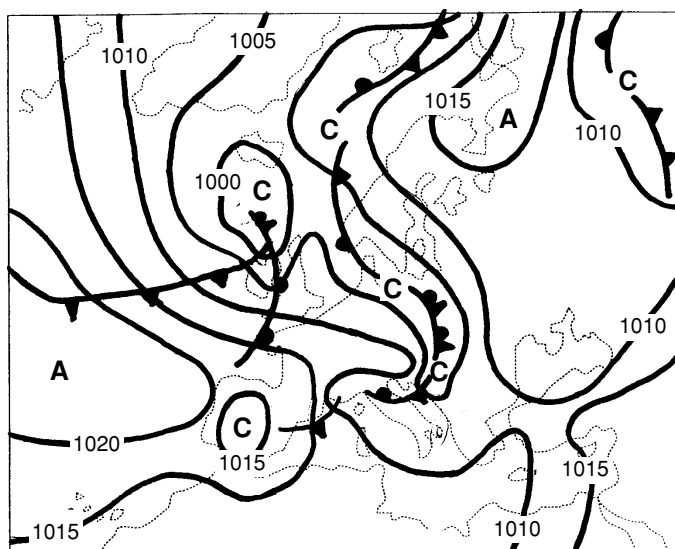
## IZ PUBLICISTIČKE DJELATNOSTI

Izvanredne meteorološke i hidrološke  
prilike 1993. u Hrvatskoj (mr Ksenija Zaninović) ..... 22

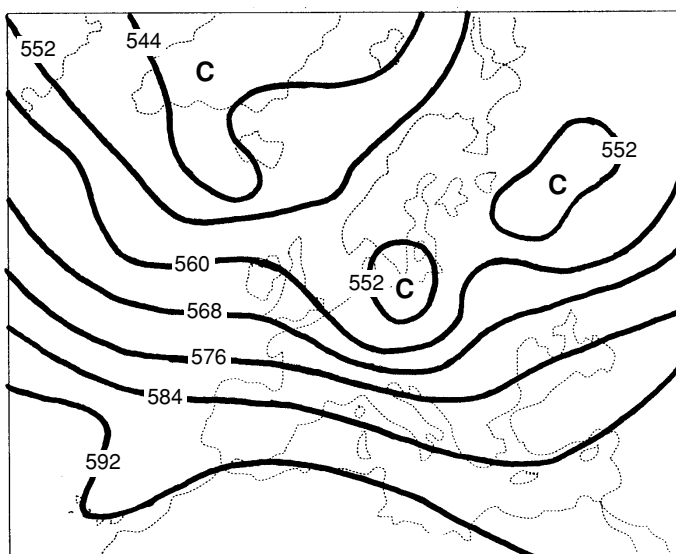
## VREMENSKE PRILIKE

### *Sinoptička situacija*

Kolovoz je u cijeloj Hrvatskoj bio vrlo topao mjesec, što je uostalom i njegova karakteristika. Zanimljivo je međutim da je u mnogim mjestima količina oborine bila viša od srednjih višegodišnjih vrijednosti. Veće



Slika 1. Prizemna sinoptička situacija 18. kolovoza 1994. u 12 UTC.



Slika 2. Visinska sinoptička situacija AT 500 hPa 18. kolovoza 1994. u 12 UTC.

količine oborina povezane su s prodorima vlažnog i osjetno svježijeg zraka u područje naše zemlje gdje je poslijepodnevna temperatura zraka najčešće bila iznad 30°C. Temperatura mora uglavnom je bila između 26 i 28°C, što je posljedica dugotrajnog razdoblja stabilnog i sunčanog vremena koje je započelo već u svibnju. U situacijama kada na tako pregrijano kopno i more dođe hladniji zrak, atmosfera postane izrazito nestabilna. To je sinoptička situacija kada mogu u većem broju nastati izraziti olujni oblaci - kumulonimbusi, a ponekad, inače rijetka pojava u našim područjima, pijavica.

U kolovozu ove godine velikih količina oborina bilo je 18., 22. i 25.

18. kolovoza jako nevrijeme s pijavicom zahvatilo je u poslijepodnevnim satima Bibinje kod Zadra, a u Novom Vinodolskom palo je 150 mm oborina.

22. Kolovoza na području sjeverozapadne Hrvatske u večernjim je satima palo između 30 i 50 mm oborina u vremenskom razdoblju od samo 2 do 3 sata.

25. kolovoza ponovno je mjestimično bilo većih količina oborina (Novi Vinodolski 145 mm) i pojava pijavice na moru i duž obale. Kod Nove Gradiške vladalo je tog dana veliko nevrijeme.

1.-10. kolovoza

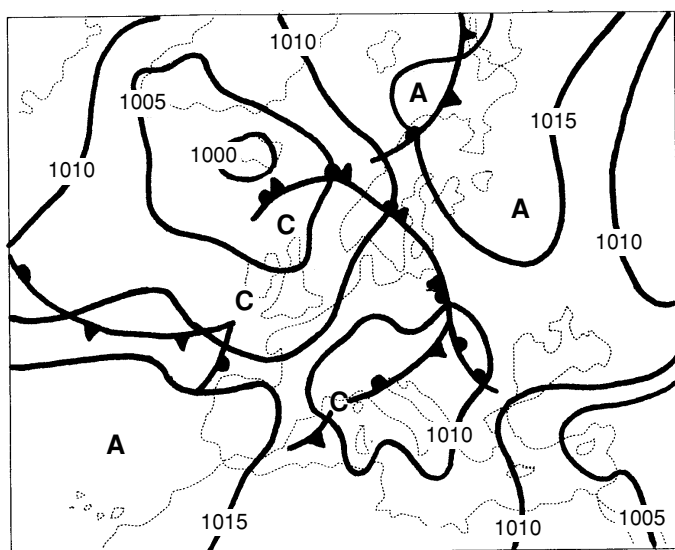
U prvoj dekadi mjeseca u većini krajeva bilo je vrlo toplo i sunčano vrijeme. Na vrijeme je utjecalo uglavnom polje povišenog i srednjeg tlaka (oko 1015 hPa). Po visini se nalazio greben. Frontalni sustavi prolazili su

sjevernije od naše zemlje. Uz prodor manje količine vlažnog zraka bilo je rijetkih lokalnih pljuskova i grmljavine.

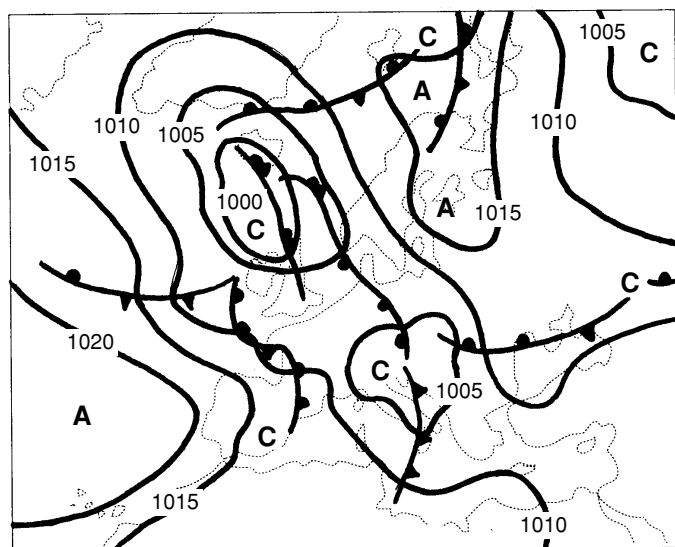
11.-17. kolovoza

Početak druge dekade našoj zemlji približila se hladna fronta iz područja Alpa. Nad većim dijelom Europe prostiralo se ciklonalno polje. U našim krajevima tlak zraka bio je oko 1010 hPa, a po visini se uspostavilo zapadno i jugozapadno strujanje. U noći od 13. na 14. kolovoza preko naših krajeva premjestila se hladna fronta. Bilo je umjerenih količina oborine, ali uglavnom u sjeverozapadnim krajevima i u Gorskom kotaru. Već sljedećeg dana uz zapadno i sjeverozapadno visinsko strujanje i jačanje ogranka anticiklone, vrijeme se proljepšalo.

18. kolovoza u području Alpa nalazila se hladna fronta. Ta se hladna fronta nalazila u sklopu ciklone čije je središte bilo nad sjeverozapadnom Europom. 18. i 19. kolovoza hladna fronta premjestila se preko naše zemlje na istok Balkanskog poluotoka. Visinsko strujanje je bilo zapadno, a zatim sjeverozapadno. Zbog pritjecanja svježijeg zraka na pregrijano tlo i



Slika 3. Prizemna sinoptička situacija 25. kolovoza 1994. u 00 UTC.



Slika 4. Prizemna sinoptička situacija 25. kolovoza 1994. u 12 UTC.

more u okolini Bibinja kod Zadra 18. kolovoza oko podneva nastala je pijavica ili "tromba marina", koja je izazvala veliku štetu. Pijavice su atmosferski vrtlozi manjeg prostornog razmjera (najizraženije su na području duljine 1-3 km i širine 100 m) i kratkog su trajanja (od 3 minute, u nekim slučajevima i do 3 sata, ali je to izuzetno rijetko, a pogotovo u našoj zemlji). Pijavica se pojavljuje iz baze olujnog oblaka - kumulonimbusa najprije kao malo ispupčenje koje se zatim u obliku lijevka postupno spušta prema dolje. U središtu pijavice tlak zraka je i do 10% manji od tlaka neposredno izvan vrtloga. Zbog toga vjetar koji puše na ivici lijevka može postići brzinu i do 480 km na sat. Pijavica koja je zahvatila Bibinje bila je izuzetno velike snage, pa se može nazvati tornadom. Na otvorenom dijelu Sredozemlja pijavice nisu tako rijetka pojava, ali se one najčešće ne približe obali. U kopnenom dijelu naše zemlje vrlo su rijetke.

Andrija Mohorovičić je prvi opisao sinoptičku situaciju u slučaju nastanka pijavice 31. svibnja 1892. u radu pod naslovom "Tornado kod Novske".

Slike 1 i 2 prikazuje prizemnu i visinsku sinoptičku situaciju 18. kolovoza 1994.

20.-23. kolovoza

Prevladavajući utjecaj na vrijeme imalo je polje srednjeg tlaka zraka (1015 hPa), a po visini je bio izražen greben. Zato je bilo uglavnom sunčano s vrlo visokom poslije-

podnevnom temperaturom zraka. 22. kolovoza sjeverno od naše zemlje, u Austriji, cijeli dan se zadržavao oblačni sustav sastavljen većinom od oblaka izraženog verikalnog razvoja - kumulonimbusa. Visinski greben koji je dopirao do sjevernih područja naše zemlje sprečavao je da se oblačni sustav premjesti prema jugu. Navečer, kada je greben po visini malo oslabio, u sjeverozapadni dio naše zemlje počeo je pritjecati svježiji zrak. Iz krajeva sjevernije od naše zemlje, najprije se u Sloveniju, a zatim i u Hrvatsku, premjestio oblačni sustav, a potom je došlo do razvoja ciklone manjih razmjera.

U kratko vrijeme uz povremeno vrlo jak vjetar i grmljavinu bilo je većih količina oborine.

24.-31.kolovoza

Prvog dana je prevladavalo sunčano, hladna fronta i ispred nje linija nestabilnosti nalazili su se u zapadnoj Europi. S pritjecanjem svježeg i vlažnog zraka nastala je 25. kolovoza u području Genovskog zaljeva ciklona. Hladna fronta i visinska dolina premjestile su se preko naše zemlje. Ponovno je bilo jačeg nevremena. Pojava pijavice zabilježena je na sjevernom i srednjem Jadranu.

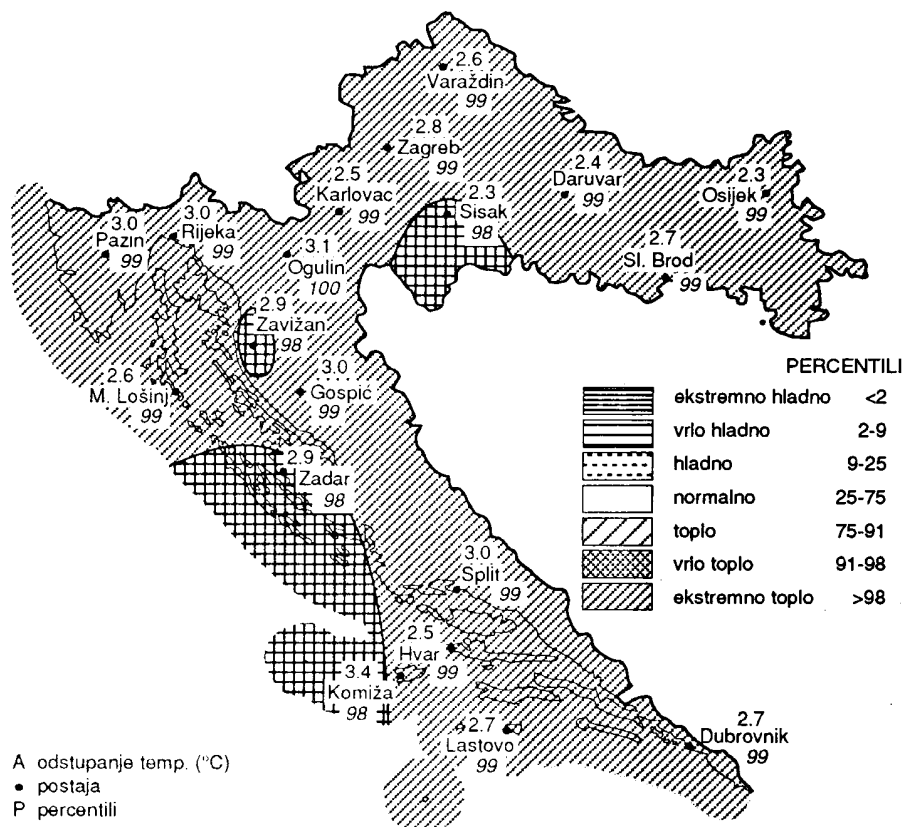
Slike 3 i 4 prikazuju prizemnu sinoptičku situaciju 25. kolovoza u 00 UTC i 12 UTC. S premještanjem hladne fronte i visinske doline atmosfera je nad našom zemljom bila izrazito nestabilna.

Prema kraju mjeseca sve više je jačao ogranak polja visokog tlaka, a po visini greben, tako da je bilo većinom sunčano i vrlo toplo.

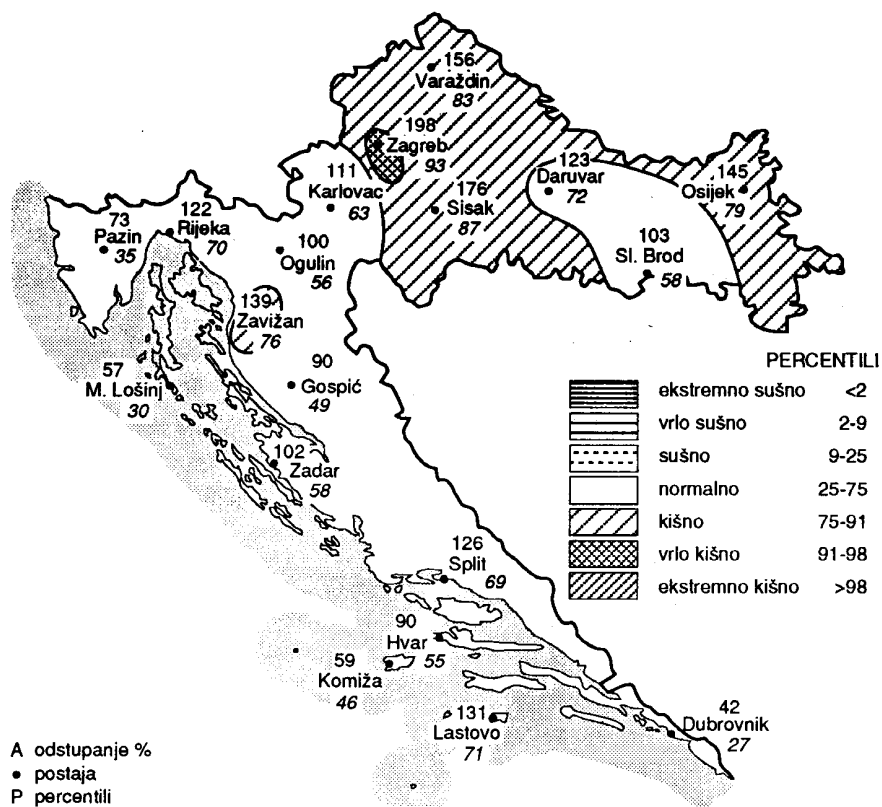
### ***Klimatološki pregled***

Srednje mjesečne temperature su u kolovozu 1994. na čitavom području Hrvatske bile znatno više od višegodišnjeg (1961-1990) prosjeka. Anomalije su pritom iznosile od +2.3 °C u Osijeku i Sisku, sve do +3.4 °C u Komiži na otoku Visu. Ovako visoke anomalije su se odrazile i na raspodjelu percentila, koja je pokazala da je veći dio Hrvatske bio "ekstremno topao", već drugi mjesec zaredom (slika 5). "Vrlo toplo" je bilo jedino na području oko Siska, zatim na sjevernom Velebitu (prema mjerenjima na glavnoj meteorološkoj postaji Zavižan), te na području oko Zadra (uključujući i otočje Zadarskog arhipelaga) i otoka Visa (prema mjerenjima na glavnoj meteorološkoj postaji Komiža). Nadalje, i ovoga mjeseca (kao i u srpnju 1994. godine) su na većini naših postaja zabilježene najviše vrijednosti srednje mjesečne temperature od 1952. godine, dok su te vrijednosti na gotovo cijelom primorskom području (izuzev na opservatoriju Split-Marjan) čak premašile dosadašnje najviše vrijednosti u čitavom razdoblju kontinuiranih mjerenja na tim postajama (uglavnom 1948-1990, izuzev Komiže u čijem se slučaju razmatralo razdoblje 1961-1990). Pritom su na navedenom području dosadašnje ekstremne vrijednosti ovoga mjeseca premašene za 0.3°C (Rijeka, Hvar, Lastovo) do 1.4 °C (Komiža).

Ekstremne srednje mjesečne temperature zraka u kolovozu 1994. godine uglavnom su rezultat vrlo visokih srednjih dnevnih temperatura koje su početkom mjeseca (gotovo sve do sredine kolovoza) zahvatile čitavo područje Hrvatske (slika 8). Te su temperature u kontinentalnom dijelu zemlje postizale vrijednosti koje su bliske srednjim maksimalnim temperaturama, dok su u planinskom (Puntijarka, Zavižan) i primorskom dijelu Hrvatske one bile čak za 1.0 do 4.0°C više od odgovarajućih srednjih maksimalnih temperatura. U navedenom su razdoblju u unutrašnjosti temperature bile uglavnom ujednačene, te su između 10. i 12. kolovoza dosegle najviše vrijednosti koje su odstupale od prosjeka za 7.1 do 10.6 °C. U Primorju su se, međutim, srednje dnevne temperature tijekom spomenutog razdoblja jednom (između 8. i 10. kolovoza) i spustile, ali ne znatno (još su uvijek bile za 2.2 do 5.5 °C više od prosjeka). Između 11. i 15. kolovoza je u kontinentalnom dijelu Hrvatske uslijedilo relativno naglo zahlađenje, prilikom kojeg je za vrijeme od 3 do 4 dana srednja dnevna temperatura ponegdje pala i za 10 °C. Tom su prilikom temperature u većem dijelu zemlje postigle vrijednosti za 0.3 do 1.6°C niže od prosjeka. Nakon toga su srednje dnevne temperature do kraja mjeseca prilično varirale, uz relativno velike skokove. U primorskom dijelu Hrvatske su, međutim, srednje dnevne temperature uglavnom ostale više od prosjeka sve do pred kraj mjeseca. Na tom je području



Slika 5. Odstupanje srednje mjesečne TEMPERATURE zraka (°C) u KOLOVOZU 1994. od prosječnih vrijednosti (1961-1990).



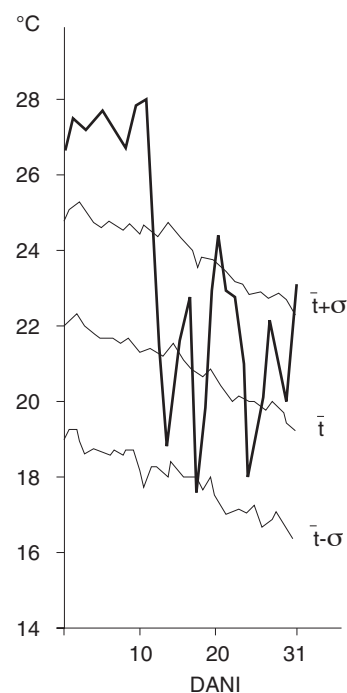
Slika 6. Mjesečne količine OBORINE (%) u KOLOVOZU 1994. izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990)



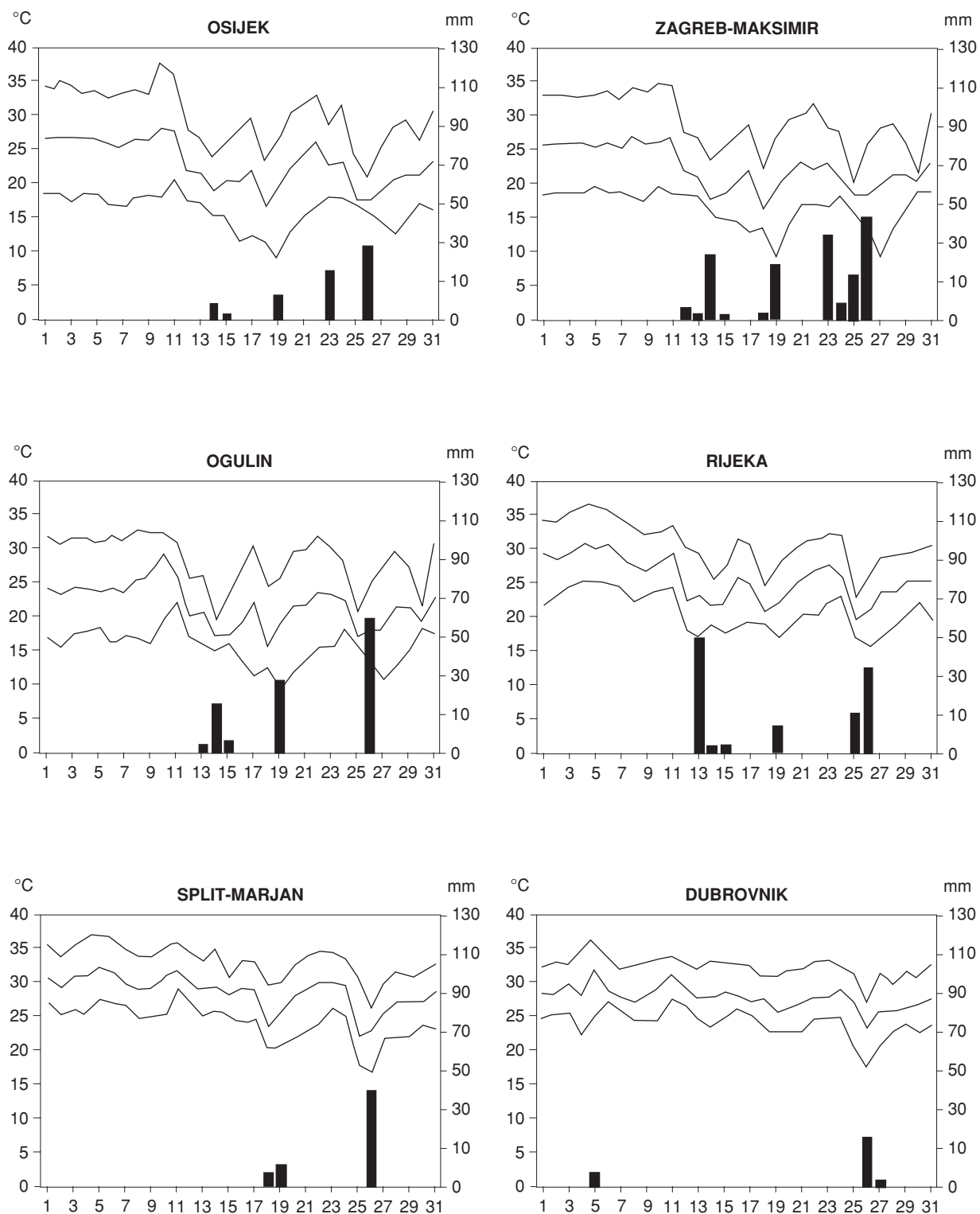
do značajnijeg pada temperature došlo tek oko 25. kolovoza, nakon čega se srednja dnevna temperatura ponovno uspjela iznad prosječne vrijednosti.

Maksimalne dnevne temperature u kolovozu 1994. su na većini kontinentalnih postaja bile između 20 i 34°C, s izuzetkom Ogulina i Gospića, gdje najviše maksimalne temperature nisu dosegle niti 33 °C (slika 8). Poseban su slučaj, naravno, planinske postaje Puntijarka i Zavižan, gdje su maksimalne temperature postizale vrijednosti između 14 i 24 °C, odnosno 27°C. Na većini primorskih postaja su, međutim, maksimalne temperature uglavnom bile između 26 i 35°C. U prvom dijelu mjeseca, koji je i u pogledu srednjih dnevnih temperatura bio znatno iznad prosjeka, maksimalne dnevne temperature su svugdje na području Hrvatske bile više od prosjeka, i to za 6 do 10°C u unutrašnjosti, odnosno za 2 do 9°C u primorskom dijelu zemlje. U drugom dijelu mjeseca su one prilično varirale, često se i znatno (i preko 5°C) spuštajući ispod prosjeka. Jedino su se u primorskom dijelu Hrvatske maksimalne dnevne temperature, kao i srednje dnevne, dosta dugo zadržale iznad prosjeka, te su se tek krajem treće dekade spustile za 0.9 do 3.6°C ispod prosjeka. U skladu s opisanim su i pozitivna odstupanja srednjih maksimalnih temperatura od višegodišnjeg (1961-1990) prosjeka, koja su svugdje bila veća od +2.0°C. Najmanja anomalija zabilježena je u Osijeku u iznosu od +2.3°C, dok je zanimljivo da je najveća anomalija od +3.9°C, zabilježena na Zavižanu. Pritom je ovomjesečna srednja maksimalna temperatura od 20.0°C na Zavižanu premašila najvišu dosad zabilježenu u razdoblju 1952-1990 (otkad postoje kontinuirana mjerenja na Zavižanu), u iznosu od 19.2°C (1962. i 1971. godine). Apsolutni temperaturni maksimumi u kontinentalnom dijelu Hrvatske, koji su tu gotovo svugdje postignuti 10. kolovoza (uz izuzetak Ogulina - 8. kolovoza), su uglavnom poprimali vrijednosti između 32.4 °C (Ogulin) i 36.9 °C (Osijek). Na primorskim postajama su apsolutni maksimumi postizani većinom između 3. i 5. kolovoza (uz izuzetak Zadra - 11. kolovoza i Komiže - 10. kolovoza), a njihove su vrijednosti bivale između 33.9°C u Zadru i 36.8°C u Komiži, gdje je ovomjesečni apsolutni maksimum dosegao najvišu zabilježenu vrijednost u Komiži u razdoblju 1956-1993, a koja je izmjerena 8. kolovoza 1956. Navedeni apsolutni temperaturni maksimumi su svugdje na području Hrvatske bili veći od odgovarajućih višegodišnjih (1961-1990) prosjeka, pri čemu su anomalije iznosile od +1.1°C u Ogulinu do +3.8°C u Komiži.

Minimalne dnevne temperature su na postajama u kontinentalnom dijelu zemlje uglavnom iznosile između 8 i 20°C (slika 8) - jedino se na opservatoriju Zagreb - Grič i glavnoj meteorološkoj postaji Sisak minimalne dnevne temperature tijekom čitavog mjeseca nisu spuštale ispod 10°C. U primorskom dijelu Hrvatske su te temperature uglavnom postizale vrijednosti između 15 i 26°C. Mjesečni hod dnevnih minimalnih temperatura u kolovozu 1994. godine je uvelike sličan odgovarajućem hodu srednjih dnevnih i maksimalnih dnevnih temperatura - u prvom dijelu mjeseca minimalne temperature znatno iznad prosjeka, a u drugom dijelu česti relativno veliki skokovi uz povremena spuštanja minimalnih temperatura ispod prosjeka. Srednje minimalne temperature su ovoga mjeseca također bile posvuda više od odgovarajućih višegodišnjih (1961-1990) prosjeka. Anomalije su iznosile između 1.5°C (Osijek) i 4.1°C (Komiža), a i ovdje nije bila rijet-



**Slika 7. Srednja dnevna temperatura zraka (Zagreb-Grič) za KOLOVOZ 1994. godine u usporedbi s dugogodišnjim srednjim vrijednostima ( $\bar{t}$ ) i standardnim devijacijama ( $\sigma$ ) (1862-1990).**



**Slika 8. Srednje, maksimalne i minimalne dnevne temperature, te dnevne količine oborina u KOLOVOZU 1994.**

ka pojava premašivanja dosadašnjih najviših zabilježenih vrijednosti srednjih minimalnih temperatura za mjesec kolovoz. To se odnosi na glavne meteorološke postaje Daruvar, Zagreb - Grič, Puntijarka, Ogulin, Gospić, Mali Lošinj, Zadar, Komiža i Dubrovnik, a nove su ekstremne vrijednosti za 0.1°C (Daruvar) do 1.2°C (Komiža) veće od dosadašnjih. Apsolutni temperaturni minimumi su u unutrašnjosti Hrvatske, kako

je već naglašeno, bili viši od 10°C jedino na dvije postaje - Zagreb - Grič (12.2°C) i Sisak (10.2°C), dok su drugdje iznosili od 4.4 °C (Zavižan) do 9.6 °C (Karlovac). Ti su minimumi mahom bili postizani 19. kolovoza, uz izuzetak postaja Zagreb - Maksimir (27. kolovoza), te Puntijarka i Zavižan (26. kolovoza). U primorskom dijelu zemlje su apsolutni minimumi gotovo svugdje bili viši od 10°C (izuzev u Pazinu, gdje je najniža izmjerena temperatura ovoga mjeseca iznosila 9.4°C), a kretali su se od 15.3°C (Rijeka) do 18.3°C (Komiža). Ti su minimumi gotovo svugdje bili postignuti između 25. i 27. kolovoza, s izuzetkom Zadra (19. kolovoza). S obzirom na višegodišnji (1961-1990) prosjek, te su vrijednosti svugdje na području Hrvatske pokazale pozitivna odstupanja, iako su te anomalije ovdje bile znatno manje izražene nego kod ostalih temperaturnih elemenata. Naime, spomenute su anomalije iznosile od svega +0.4 °C (Slavonski Brod) do 2.9°C (Komiža).

Mjesečne količine oborina su u kolovozu 1994. bile pretežno veće od višegodišnjeg (1961-1990) prosjeka za taj mjesec. Anomalije manje od 100% su bile tek mjestimične, a zahvatile su uglavnom primorski dio Hrvatske (Gospić, Pazin, Mali Lošinj, Hvar, Komiža, te Dubrovnik s najmanjom anomalijom od 42%). Najveća anomalija zabilježena je na području Zagreba (198% na opservatoriju Zagreb - Grič, odnosno 197% na opservatoriju Zagreb - Maksimir). Analiza percentila je pokazala da su oborinske prilike ovoga mjeseca na većem dijelu Hrvatske bile "normalne" (slika 6). "Kišno" je bilo na području oko Zavižana, te u većem dijelu sjeverne i istočne Hrvatske, uz izuzetak dijela Slavonije između Daruvara i Slavonskog Broda, gdje je također bilo "normalno", dok je "vrlo kišno" bilo jedino na području oko Zagreba.

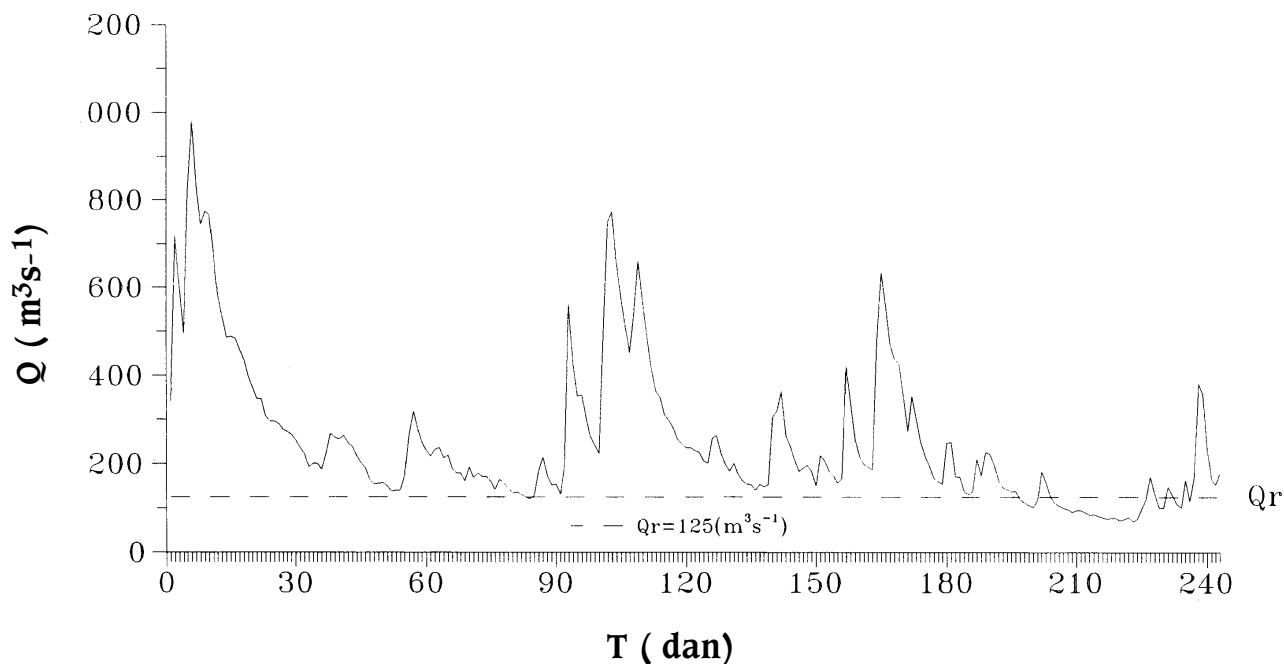
Najveće dnevne količine oborine u srpnju 1994. godine su gotovo svugdje na području Hrvatske zabilježene 26. kolovoza - izuzetak su tu četiri postaje - Rijeka (13. kolovoza), Varaždin i Krapina (14. kolovoza), te Slavonski Brod (23. kolovoza). Iznosi ovih količina oborine su ovoga mjeseca posvuda bili veći od 10.0 mm, postižući vrijednosti između 16.0 mm (Ploče) sve do 122.1 mm (Zavižan). Pritom je ova količina od 122.1 mm, koja je 26. kolovoza bila zabilježena na Zavižanu, u razdoblju 1953-1993 (za koje postoje kontinuirana mjerenja) bila premašena u kolovozu tek u dva navrata. 19. kolovoza 1968. godine (125.0 mm) i 23. kolovoza 1977. godine (123.3 mm). U odnosu na višegodišnje (1961-1990) prosjeke, ovomjesečne maksimalne dnevne količine oborina su većim dijelom bile veće od odgovarajućih prosjeka. Anomalije su općenito bile manje u primorskom dijelu Hrvatske nego u kontinentalnom, iako je i u unutrašnjosti Hrvatske mjestimično (Slavonski Brod, Daruvar, Varaždin) bilo anomalija manjih od 100%. Tako su u unutrašnjosti anomalije iznosile od 80% od višegodišnjeg prosjeka (Daruvar) do čak 242% od višegodišnjeg prosjeka (Zavižan), dok su u primorskom dijelu Hrvatske poprimale vrijednosti između 48% od višegodišnjeg prosjeka (Dubrovnik) do 167% od višegodišnjeg prosjeka (Zadar).

Insolacija je ovoga mjeseca svugdje na području Hrvatske, gdje postoji registracija trajanja sisanja Sunca, bila veća od višegodišnjeg (1961-1990) prosjeka za kolovoz. Odstupanja od prosjeka su općenito bila prilično raznolika, ponegdje i vrlo izražena, a iznosila su od samo +8.0 sati na Puntijarci, pa sve do +80.4 sati na Zavižanu. Ovom prilikom valja naglasiti da je i ovoga mjeseca (kao i u lipnju 1994.) insolacija na Zavižanu, u iznosu od 345.9 sati, bila premašena samo jednom unutar razdoblja 1955-1993, i to 1992. godine, kada je iznosila 355.5 sati, dok je primjerice u Zadru čak premašila sve dosadašnje iznose u kolovozu za razdoblje 1949-1993 (dosad je najveća vrijednost iznosila 362.1 sata, što je zabilježeno u kolovozu 1986. godine, a ovoga je mjeseca insolacija u Zadru iznosila 366.4 sata).

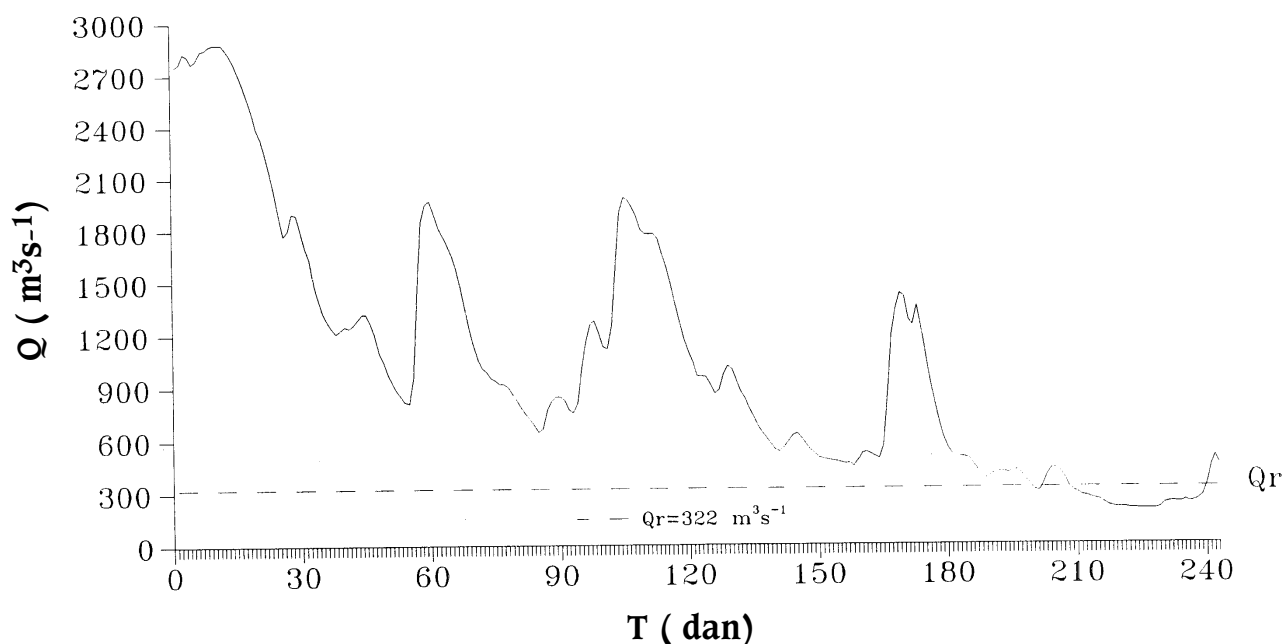
U skladu sa povećanim iznosima insolacije u odnosu na prosjek je i zabilježena srednja mjesečna naoblaka, koja je u kolovozu 1994. gotovo svugdje na području Hrvatske bila manja od višegodišnjeg (1961-1990) prosjeka. Jedino je u Malom Lošinj srednja naoblaka postigla vrijednost koja točno odgovara spomenutom višegodišnjem prosjeku, tako da je tu anomalija po iznosu bila najmanja i iznosila je 0.0. U preostalim dijelima Hrvatske su anomalije postizale vrijednosti između -0.4 (Pazin) i -1.9 (Slavonski Brod). Pritom se zamjećuje da je srednja mjesečna naoblaka na području središnje Hrvatske i sjevernog Primorja ipak nešto manje odstupala od višegodišnjeg prosjeka nego drugdje u Hrvatskoj.

## HIDROLOŠKE PRILIKE

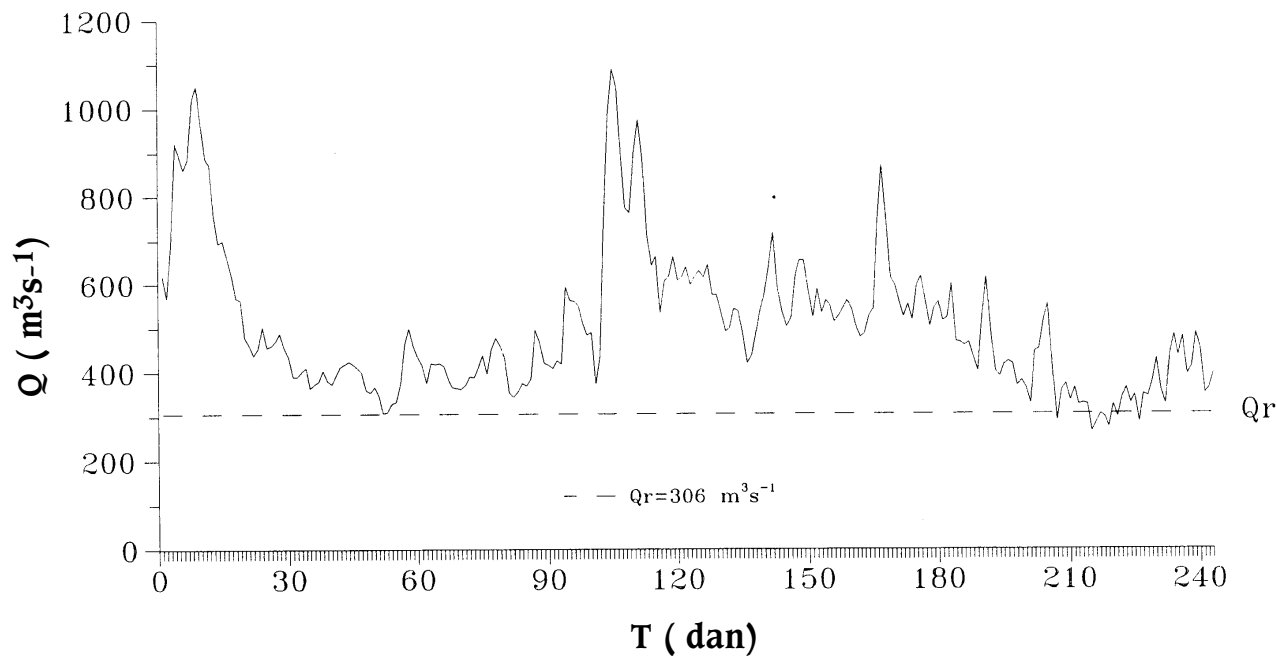
Osnovna hidrološka karakteristika vodotoka u Hrvatskoj u kolovozu 1994. godine bila je malovodnost. Na Savi kod Zagreba srednji mjesečni protok iznosio je  $131 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , dok prosječna vrijednost za kolovoz iznosi  $177 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Dakle, deficit otjecanja iznosi 26%. Slična je situacija bila i u srednjem i donjem toku rijeke Save. Na Savi kod Slavonskog Broda srednji mjesečni protok u kolovozu iznosio je  $249 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , dok prosječna vrijednost iznosi  $428 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , odnosno deficit otjecanja je 42%.



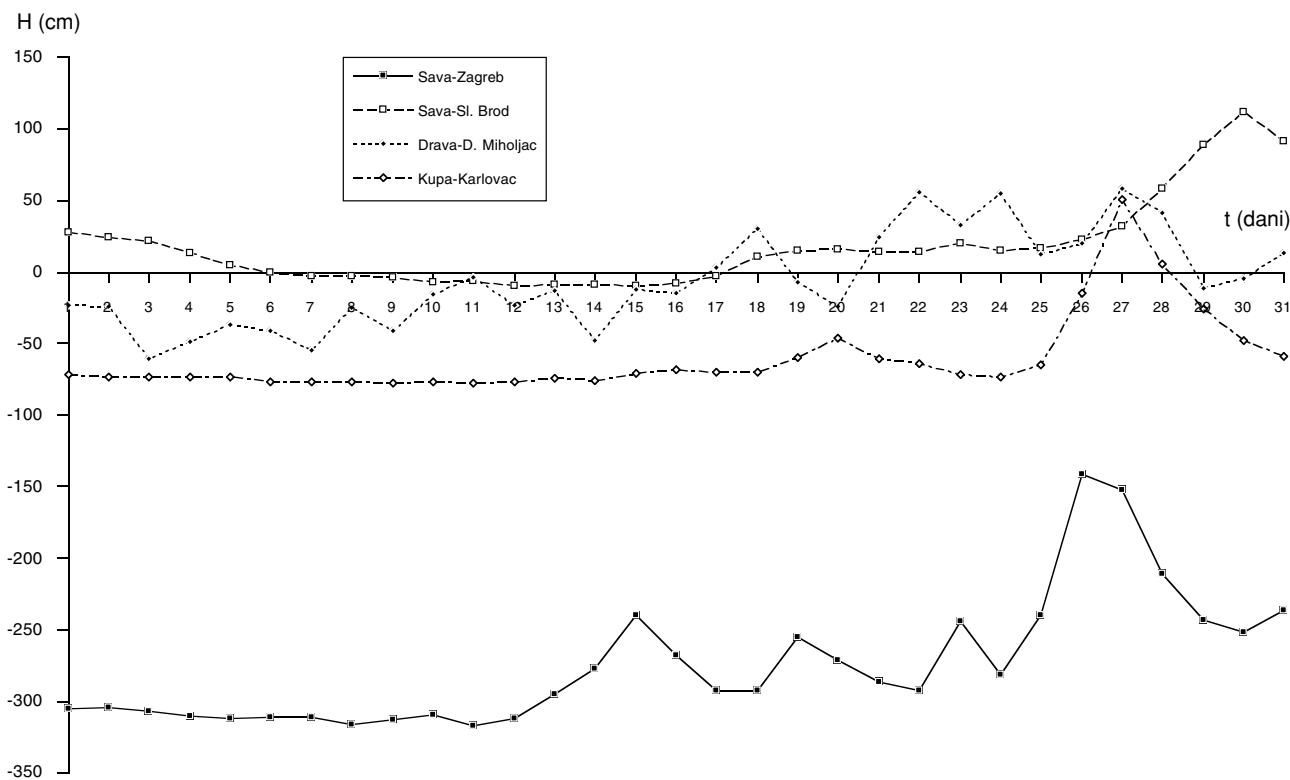
Slika 9. Hidrogram Save kod Zagreba za razdoblje od 1. siječnja do 31. kolovoza 1994.



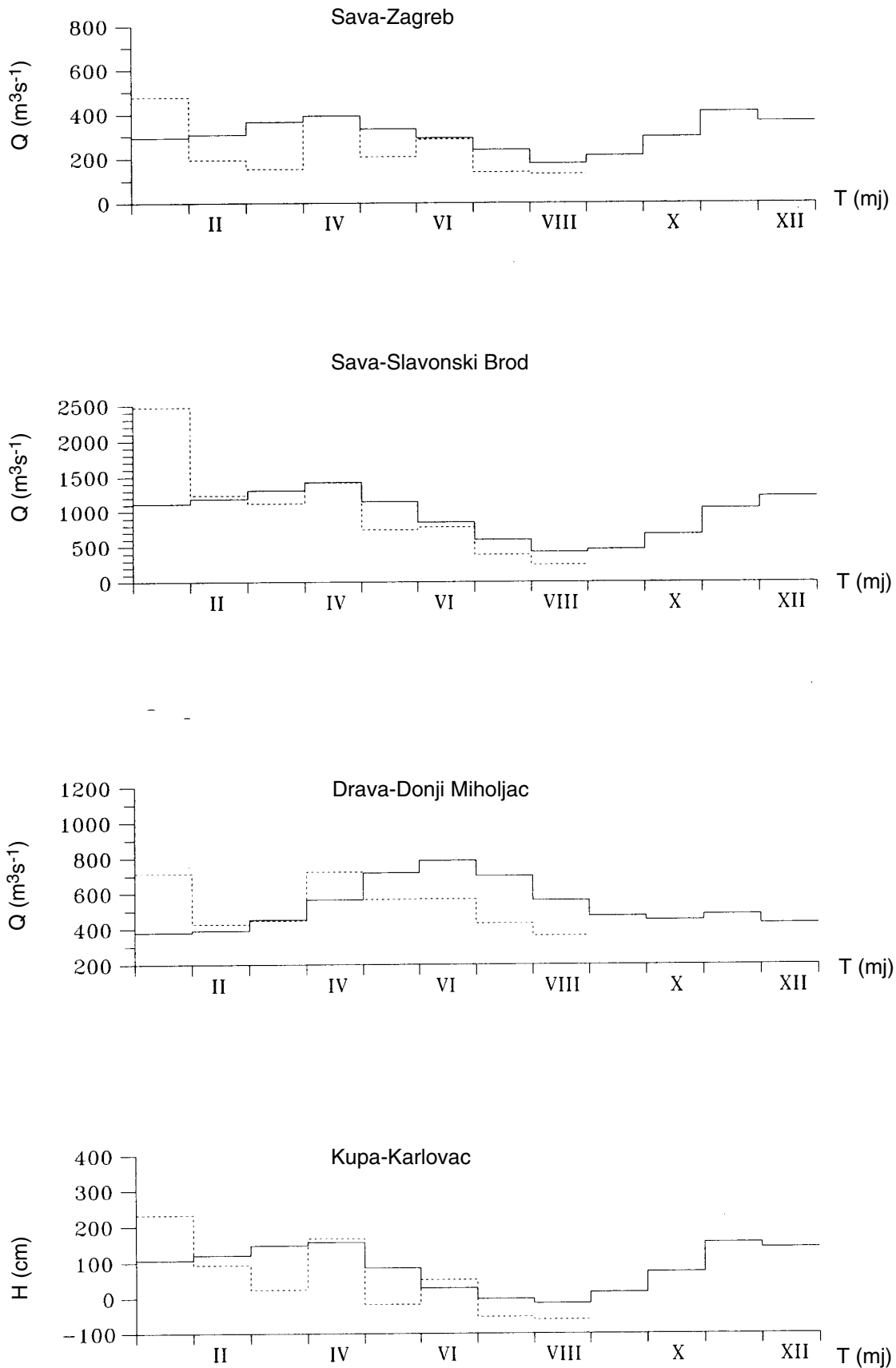
Slika 10. Hidrogram Save kod Slavonskog Broda za razdoblje od 1. siječnja do 31. kolovoza 1994.



Slika 11. Hidrogram Drave kod Donjeg Miholjca za razdoblje od 1. siječnja do 31. kolovoza 1994.



Slika 12. Nivogrami na Savi, Dravi i Kupa u KOLOVOZU 1994. godine.



Slika 13. Histogram srednjih mjesečnih protoka  $Q$  ( $H$ ) za razdoblje 1946-1992 ( — ) i srednjih mjesečnih protoka  $Q$  ( $H$ ) za razdoblje 1994 ( - - ) za hidrološke postaje Zagreb, Slavonski Brod, Donji Miholjac i Karlovac.

Tablica 1. Pregled hidroloških parametara za KOLOVOZ 1994.

Rijeka	Postaja	Parametar	Vrijednosti za mjesec KOLOVOZ 1994.			Vrijednosti za KOLOVOZ za period obrade 1946.-1992.*		
			min.	sred.	max.	min.	prosjeck	max.
Sava	Zagreb	H (cm)	-317	-274	-141	-338	-126	280
		Q (m <sup>3</sup> /s)	70.4	131	382	46.5	177	1363
Sava	Sl. Brod	H (cm)	-10	18	112	-34	101	758
		Q (m <sup>3</sup> /s)	194	249	502	167	428	2578
Drava	D.Miholjac	H (cm)	-61	-6	58	-122	87	460
		Q (m <sup>3</sup> /s)	265	363	488	254	562	2088
Kupa	Karlovac	H (cm)	-78	-60	51	-100	-14	744
		Q (m <sup>3</sup> /s)	-	-	-	-	-	-

\* Period obrade 1946-1992 za Savu kod Slavenskog Broda  
1946-1993 za Savu kod Zagreba, Dravu kod Donjeg Miholjca i Kupu kod Karlovca

### Stanje voda u KOLOVOZU 1994.

SAVA - Vodnost ispod prosječnih vrijednosti

DRAVA - Vodnost ispod prosječnih vrijednosti

KUPA - Vodnost ispod prosječnih vrijednosti

I na Dravi kod Donjeg Miholjca također je došla do izražaja malovodnost. Srednji mjesečni protok u kolovozu iznosio je 363 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, dok je prosječna vrijednost 562 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, tako da deficit otjecanja iznosi 35 %.

Kupa kod Karlovca imala je srednju mjesečnu razinu od -60 cm, dok prosječna razina za kolovoz iznosi -14 cm. Prema ovim podacima može se zaključiti da je i na Kupi vodnost bila ispod prosječnih vrijednosti.

Na slikama 9, 10 i 11 prikazani su hidrogrami Save kod Zagreba i Slavenskog Broda, te Drave kod Donjeg Miholjca u razdoblju od 1. siječnja do 31. kolovoza 1994. godine.

Na slici 13 dan je za hidrološke postaje Zagreb, Slavenski Brod, Donji Miholjac i Karlovac histogram prosječnih mjesečnih protoka, odnosno vodostaja, te srednji mjesečni protoci, odnosno vodostaji za prvih osam mjeseci 1994. Kao razdoblje obrade za prosječne vrijednosti uzeto je za Slavenski Brod razdoblje obrade 1946-1992, dok je za Zagreb, Donji Miholjac i Karlovac razdoblje obrade 1946-1993.

## EKOLOŠKE PRILIKE

### *Meteorološke karakteristike*

Atmosfera je u kolovozu 1994. godine, prema radiosondažnim mjerenjima na opservatoriju Zagreb-Maksimir bila nešto stabilnija nego posljednjih godina. Noću je prevladavala slabo ili umjereno stabilna stratifikacija, devet dana vrlo stabilna i samo jedan dan neutralna (tablica 4). Danju je prevladavala neutralna atmosfera, a samo pet dana je bila labilna, od čega 8. kolovoza vrlo labilna. Uz izrazitu stabilnost noću su uglavnom bile prizemne inverzije, debljine najčešće 100-200 metara, a u pet dana bilo je i podignutih inverzionih slojeva (tablica 2). Danju se iznad sloja miješanja, u 12 dana zadržao sloj podignute ili visinske inverzije. On djeluje kao prirodna prepreka miješanju prizemnih i visinskih slojeva zraka. U 60% slučajeva iznad sloja miješanja nije bilo nikakvih slojeva inverzije, tako da je u te dane miješanje po vertikali bilo neograničeno, a time i mogućnost razrjeđivanja koncentracija onečišćujućih tvari, što su uvjeti za niske prizemne koncentracije onečišćenja. Sloj miješanja se razvio svaki dan, prosječne debljine 1012 metara. 5. i 11. kolovoza debljina sloja miješanja bila je oko 2,4 km bez sloja inverzije iznad, uz neutralnu (5. kolovoza)

**Tablica 2. Slojevi inverzije temperature prema visinskim mjerenjima u Zagrebu za KOLOVOZ 1994.**

SLOJ INVERZIJE	NOĆ		DAN	
	N	%	N	%
ne postoji	2	6	18	60
prizemna	24	77	0	0
podignuta	3	10	7	23
visinska	2	6	5	17
ZBROJ	31	99	30	100

N - broj slučajeva

**Tablica 3. Visina sloja miješanja, VSM, prema visinskim mjerenjima u Zagrebu za KOLOVOZ 1994.**

VSM (m)	NOĆ		DAN	
	N	%	N	%
ne postoji	30	97	0	0
< 250	1	3	1	3
251-1000	0	0	14	47
>1000	0	0	15	50
ZBROJ	31	100	30	100

N - broj slučajeva

**Tablica 4. Kategorije stabilnosti prema Pasquillu za Zagreb u prvih 100 metara od tla za KOLOVOZ 1994.**

STABILNOST	NOĆ		DAN	
	N	%	N	%
A - jako labilno	0	0	1	3
B - umjereno labilno	0	0	2	7
C - malo labilno	0	0	2	7
D - neutralno	1	3	25	83
E - malo stabilno	11	36	0	0
F - umjereno stabilno	10	32	0	0
G - jako stabilno	9	29	0	0
ZBROJ	31	100	30	100

N - broj slučajeva

odnosno umjereno labilnu (11. kolovoza) stratifikaciju. To su situacije sa vrlo dobrim uvjetima za miješanje, a time i vrlo povoljne sa stanovišta zaštite okoliša.

U Zagrebu je bilo 11 dana s oborinom prilično velikih količina, što ukazuje na dobro ispiranje zraka oborinom (i kao posljedicu, na niske koncentracije onečišćenja zraka), ali i na uvjete za značajno mokro taloženje (ako je bilo onečišćenja u zraku ili u oblačnim elementima donešenog sa većih udaljenosti).

Prosječno strujanje prikazano je na slici 14. Prema vektorskom srednjaku vjetra, dobivenom iz tri klimatološka termina dnevno, na većini promatranih postaja prevladavalo je strujanje sa zapada. Jedino je u Rijeci prevladavao sjeveroistočni vjetar, a u Splitu i Zagrebu jugoistočni. Međutim, vjetar je

bio vrlo promjenjiv, naročito duž obale. To je nešto drugačija situacija nego što je uobičajeno. Naime, obično je duž obale vjetar jače stalnosti, a u unutrašnjosti promjenjiviji. Ovogodišnjeg kolovoza stalnost vjetra se u unutrašnjosti kretala od 13% u Ogulinu do 33% u Osijeku, dok je duž obale bila od 9% u Splitu do 27% u Rijeci. Na srednjem i južnom dijelu obale bilo je tri do četiri dana s jakim vjetrom, dok je u unutrašnjosti bilo sedam do deset dana s jakim, a dva dana čak sa olujnim vjetrom. Usprkos povremenim pojavama jakog vjetra, provjetranje promatranih gradova bilo je uglavnom ispod jedan puta na sat, osim u Gospiću.

### ***Onečišćenje zraka i oborine***

Uz vladajuću meteorološku situaciju tijekom ovog mjeseca zabilježena je samo jedna dnevna mjerljiva koncentracija sumpor dioksida od  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na opservatoriju Zagreb-Grič. Koncentracije dušik dioksida porasle





Slika 14. Ukupno mjesečno taloženje sumpora iz sulfata i dušika iz nitrata (kg/ha), prosječna brzina i smjer strujanja, te koeficijent provjetranja (K.P.) u Hrvatskoj za KOLOVOZ 1994. godine.

Tablica 5. Rezultati kemijske analize oborine i onečišćenja zraka u Hrvatskoj za KOLOVOZ 1994.

Postaja	O B O R I N A				Z R A K					
	$\frac{RRu}{RRmj}$ %	N	pH	pH min-max	SO <sub>4</sub> -S	NO <sub>3</sub> -N	SO <sub>2</sub>	SO <sub>2max</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2max</sub>
					mg / dm <sup>3</sup>		μg / m <sup>3</sup>			
Zagreb-Grič	97	10	6.71	5.72-7.15	1.11	1.46	8	5	9	22
Puntijarka	98	9	5.67	4.49-6.86	0.36	0.21	0	0	0	0
Krapina	99	10	5.68	4.80-6.77	0.62	0.52	-	-	-	-
Varaždin	100	12	6.53	5.40-7.47	1.49	0.74	0	0	7	14
Križevci	100	5	6.81	6.52-7.15	0.48	0.46	-	-	-	-
Zavižan	100	7	6.03	6.16-6.90	0.58	0.30	0	0	1	2
Gospić	99	5	6.74	6.69-7.69	2.26	2.63	0	0	4	14
Ogulin	100	8	6.53	6.36-7.29	0.84	0.63	-	-	-	-
Rijeka	99	7	6.14	5.80-6.68	3.34	0.71	0	0	23	41
Senj	100	6	6.54	5.93-7.03	0.52	0.54	0	0	2	15

su u odnosu na srpanj. Najviša srednja mjesečna koncentracija iznosa  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , te najviša dnevna  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  izmjerene su na postaji Rijeka-Kozala (tablica 5).

Analize dnevnih uzoraka kiše ukazuju na najveći udio kiselih kiša na Puntijarci (Sljeme), 55% (pet puta više nego u srpnju). Na istoj postaji izmjerena je i najniža pH-vrijednost - 4.49. Kiselih kiša bilo je još u Krapini, 3% i Varaždinu, 8%.

Mjesečno taloženje sumpora u prosjeku je bilo više nego u srpnju.

Rijeka je imala najveće taloženje sumpora,  $4.61 \text{ kg}/\text{ha}$ , zatim slijede Varaždin sa 2.28, Gospić, 2.05, Zagreb, 1.93 i Ogulin sa  $1.14 \text{ kg S}/\text{ha}$ . (kritična godišnja granica za taloženje na tlo i površinske vode je 2 do  $5 \text{ kg S}/\text{ha}$ ).

Na ostalim postajama taloženje sumpora bilo je manje od  $0.7 \text{ kg}/\text{ha}$ .

Taloženje dušika iz nitrata bilo je najveće u Zagrebu,  $2.53 \text{ kgN}/\text{ha}$ , odmah zatim slijedi Gospić sa  $2.38 \text{ kg N}/\text{ha}$ , dok je najmanje taloženje bilo u planinskom području, na Zavižanu (Velebit),  $0.24 \text{ kg N}/\text{ha}$  (godišnja kritična granica je od 10 do  $20 \text{ kg N}/\text{ha}$ ).

### ***Biometeorološke prilike***

Kolovoz 1994. godine, prosječno topao u kontinentalnim područjima Hrvatske, a vruć na Jadranu, bio je znatno (Osijek), odnosno izvanredno topliji od normalnog (Zagreb i Split).

Jutarnji sati prve dekade kolovoza u Zagrebu i Osijeku bili su pretežno topli, prijepodneva i večeri bili su vrući, dok je u najtoplijem dijelu dana prevladavalo vrlo vruće. U Splitu je međutim vruće bilo već od jutarnjih sati, popodneva su bila vrlo vruća (5. kolovoza bilo je u 14 sati čak i izvanredno vruće, osjet koji se javlja izuzetno rijetko), a večeri ponovno vruće. U čitavoj je Hrvatskoj ova dekada znatno ili izvanredno odstupala od normale.

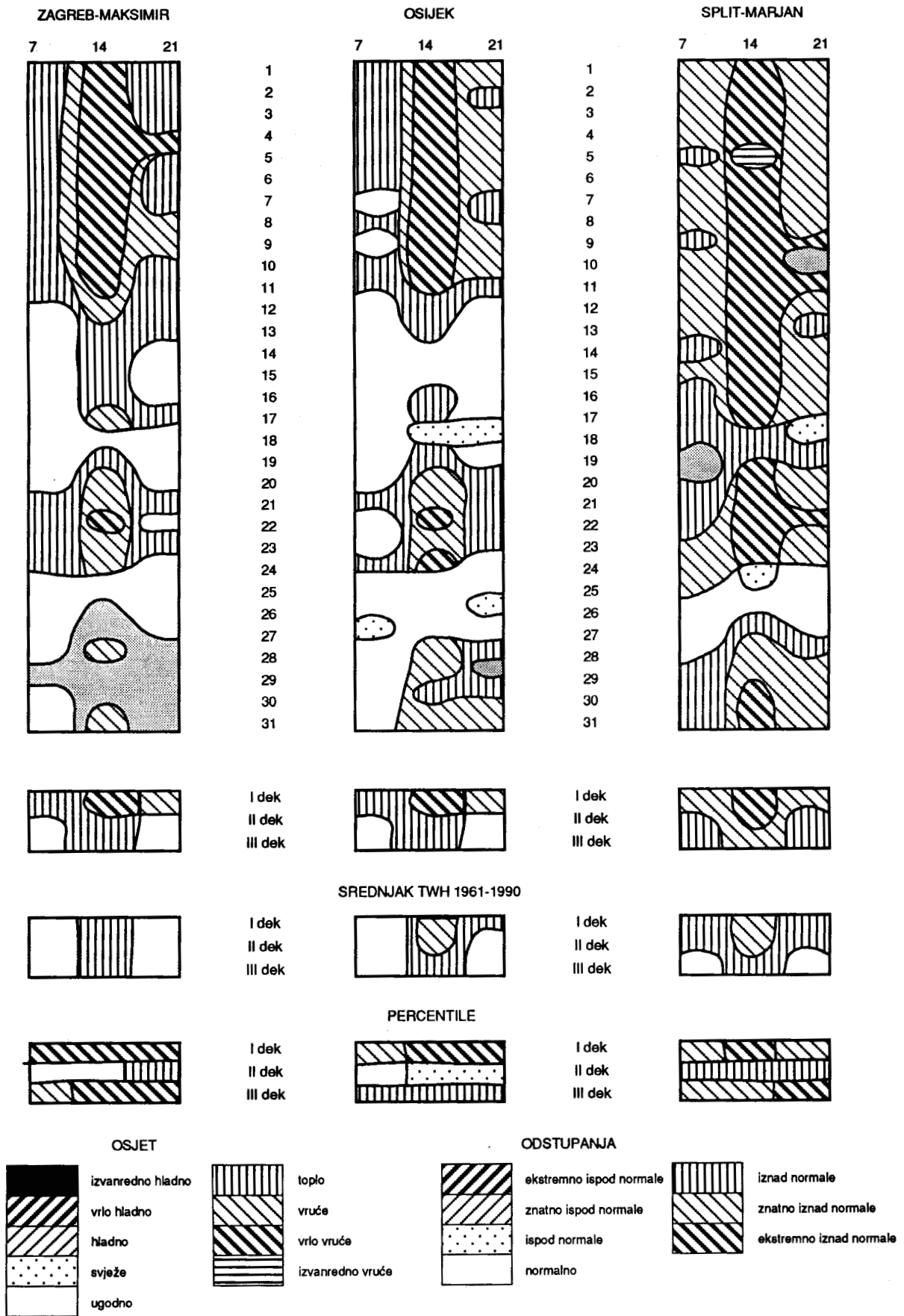
U kontinentalnom je dijelu Hrvatske samo početak druge kolovoške dekade bio sličan prvoj, a zatim je nastupilo osjetno zahlađenje, koje je do kraja dekade u ovom dijelu Hrvatske donijelo uglavnom ugodna jutra i večeri i topla popodneva (u Osijeku 18. kolovoza bilo je čak i svježije). Biometeorološke prilike u Splitu bile su u ovoj dekadi slične onima iz prve, sve do 17. kolovoza kad je kratkotrajno zahladilo, pa je do kraja dekade prevladavalo toplo. Tako ova dekada, usprkos vrućinama u početku, u čitavoj Hrvatskoj ipak nije značajnije odstupala od prosjeka.

Početak treće dekade bilo je u kontinentalnom području ujutro i uvečer opet toplo, poslijepodne vruće ili vrlo vruće, a u Splitu, slično kao i u većem dijelu kolovoza, vruće je bilo već od jutarnjih sati, dok su poslijepodneva bila vrlo vruća. Nakon kratkotrajnog zahlađenja sredinom dekade, koje je donijelo ugodno do toplo vrijeme, ponovno je zatopilo. Tako je u kontinentalnom nizinskom dijelu Hrvatske nakon ugodnih jutara prevladavalo toplo ili vruće, dok su u Splitu, nakon toplih jutara, uslijedila vruća ili vrlo vruća popodneva i vruće večeri. Tako je, usprkos spomenutom zahlađenju, i ova dekada bila toplija od prosjeka, a odstupanja su bila najveća u Zagrebu i Splitu, gdje su biometeorološke prilike znatno i izvanredno odstupale od normale.

Znatna odstupanja od uobičajenih biometeoroloških prilika mogla su ovog ljeta uzrokovati poteškoće kod ljudi, posebno kod bolesnika i kod osoba osjetljivih na vrućine. Naime, vrućine ne samo da su bile dugotrajne, nego je u većem dijelu srpnja i kolovoza osjet ugodnosti odstupao od biometeoroloških prilika uobičajenih za to doba godine (uglavnom znatno ili izvanredno iznad normale).

### **AGROMETEOROLOŠKE PRILIKE**

Tijekom mjeseca donji listovi duhana počeli su žutjeti, te je sredinom mjeseca započelo njihovo trganje. Vađenje krumpira, te berba ostalih povrtlarskih kultura započela je u drugoj, a nalijevanje zrna kukuruza i



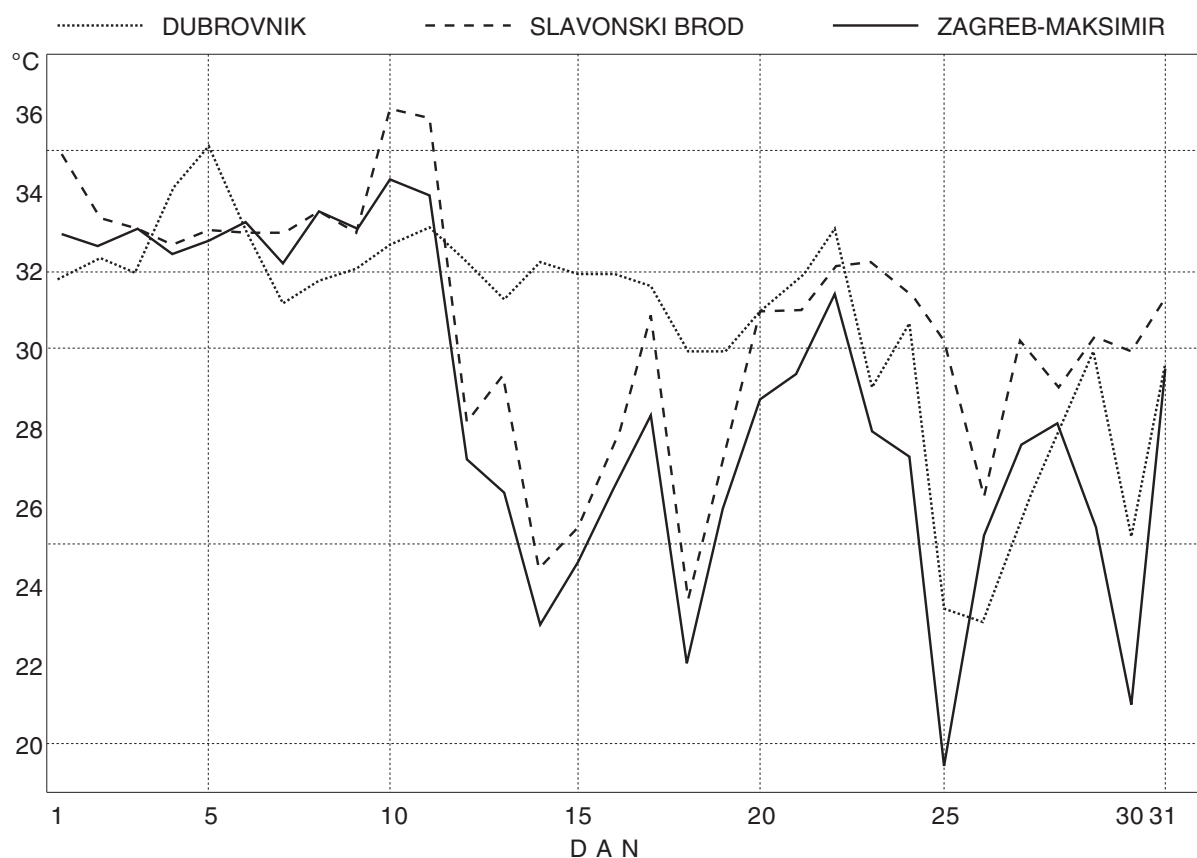
Slika 15. Osjet ugodnosti prema indeksu TWH za Zagreb, Osijek i Split za KOLOVOZ 1994. godine

pad turgora kod šećerne repe zabilježeni su u trećoj dekadi mjeseca. Od poljoprivrednih radova ističemo prašenje strništa, posljednja prskanja u voćnjacima i vinogradima, te neminovno navodnjavanje povrtlarskih kultura.

Vrijeme je tijekom cijelog mjeseca bilo izuzetno vruće. Pojava tzv. vrućih dana, kada je maksimalna temperatura zraka viša od 30 °C, bila je početkom mjeseca vrlo česta (sl.16). Broj takvih dana u zapadnim i istočnim kontinentalnim krajevima kretao se od 12 dana npr. u Zagrebu, Križevcima i Krapini, pa do 18 dana u Slavonskom Brodu. Interesantno je naglasiti da je u Poreču spomenutih vrućih dana bilo 14, a u Pazinu čak 20. Međutim, u Makarskoj i Dubrovniku takvih dana je bilo 29.

Raspored oborina tijekom mjeseca bio je nepovoljan. Tijekom prve dekade oborine su uglavnom izostale. Tijekom druge dekade u zapadnim kontinentalnim krajevima bilo je 6, a u istočnim samo 3 dana s pojavom oborina. Tragovi nedovoljne vlage u tlu istočnih kontinentalnih krajeva bili su očiti.

Dakle, za kolovoz možemo slobodno zaključiti da je bio prilično neugodan. Posljedice suše naročito su izražene u istočnim kontinentalnim krajevima, Istri i Dalmaciji. Ukoliko se prisjetimo da je u tim krajevima bilo i pojave tuče popraćene jakim vjetrom, ovaj mjesec nije bio po želji poljoprivrednika. Naprotiv, zbog umanjenih prinosa kukuruza u Slavoniji, a grožđa u Istri i Dalmaciji, te šteta od tuče, ovaj će se mjesec još dugo pamtit.



Slika 16. Maksimalna temperatura zraka na 200 cm na GMP-ima Dubrovnik, Slavonski Brod te Zagreb-Maksimir u KOLOVOZU 1994.

## Silvometeorologija

U mjesecu kolovozu na području hrvatskog priobalnog dijela Jadrana, klase su se opasnosti od šumskih požara (IOP) kretale od umjerene do vrlo velike, uz veoma mali broj dana u klasama vrlo male i male opasnosti. Njihova je prostorna razdioba prikazana u tablici 6.

U ovom se mjesecu u svih pet regija pojavilo više šumskih požara, a nekoliko njih je bilo većih razmjera. Kao što je poznato, tome su uzrok primarno i sekundarno klima-požarna područja, koja su veoma izražena i u mjesecu kolovozu.

U ovoj se sušnoj sezoni za gašenje šumskih požara koriste iznajmljena dva protupožarna aviona tipa CL-215 iz Kanade s njihovim posadama, a na raspolaganju je i šest helikoptera HV-a. Uz zrakoplove s posadama, iz Kanade su doputovala i dva visoka stručnjaka za problematiku suzbijanja šumskih požara, Cliff Smith i M. W. Macquarrie, koji će kod nas boraviti tijekom cijele sezone, radi davanja stručnih uputa o učinkovitoj uporabi spomenutih protupožarnih zrakoplova.

**Tablica 6. Izvještaj klasa opasnosti (u danima) za KOLOVOZ 1994.**

Područje Klase	ISTRA	SJEVERNO HRVATSKO PRIMORJE	SJEVERNA DALMACIJA	SREDNJA DALMACIJA	JUŽNA DALMACIJA
Vrlo mala opasnost	1	2	-	-	-
Mala opasnost	5	5	-	1	1
Umjerena opasnost	5	3	6	4	2
Velika opasnost	15	8	5	9	6
Vrlo velika opasnost	5	13	20	17	22

## OBRANA OD TUČE

U kolovozu je sustav obrane od tuče operativno radio na cijelom području međurječja Save i Drave, Save i Kupe te Međimurju, izuzevši područja koja su pod UNPA upravom ili okupirana. Tijekom mjeseca je na istočnim centrima (Osijek i Gradište) postavljeno još 30 generatora kako bi se mreža što je moguće više upotpunila. Na taj je način postavljena mreža od 360 generatora.

U 12 dana je bilo potrebe za akciju prizemnim generatorima. U prvoj polovici mjeseca nevremena su bila slabijeg intenziteta i zahvaćala su uglavnom zapadna područja, jer je vrijeme u velikom dijelu zemlje bilo pod utjecajem jake anticiklone. U drugoj polovici mjeseca učestali su frontalni prodori, tako da je u šest dana bilo potrebe za akcijama na cijelom branjenom području.

Najjače nestabilnosti bile su u periodu od 22. do 25. kolovoza kada se svaki dan djelovalo generatorima na kumulonimbuse. Unatoč toga bilo je pojava tuče i štete i to ponajviše pri ulazima kumulonimbusa na branjena područja.

**Tablica 7. Prikaz podataka o pojavama krute oborine i aktivnostima sistema obrane od tuče za KOLOVOZ 1994.**

PODRUČJE RC-a	BROJ DANA SA						UTROŠENO OTOPINE (litara)	BROJ LP SA POJAVOM		
	POJAVOM					AKCIJOM		SUGRADICE	TUČE	ŠTETE
	CB-a	KROB	SUGRADICE	TUČE	ŠTETE					
PUNTIJARKA	10	5	5	3	3	8	2459	12	13	5
VARAŽDIN	9	3	3	1	1	9	1735	4	3	1
TREMA	7	2	2	1	1	7	665	2	1	1
BILOGORA	9	2	2	1	1	6	531	3	8	8
STRUŽEC	8	3	3	2	1	6	669	10	5	3
N. GRADIŠKA	7	2	2	1	1	7	749	1	18	14
GRADIŠTE	6	2	2	0	0	6	569	11	0	0
OSIJEK	7	1	1	0	0	7	294	1	0	0
UKUPNO BRANJENO PODRUČJE	19	8	8	4	3	12	7671	44	48	32

RC = radarski centar

Cb = kumulonimbus

LP = lansirna postaja

KROB = pojava sugradice ili tuče (krute oborine)

\* Na području RC Varaždin lansirane su 102 rakete.

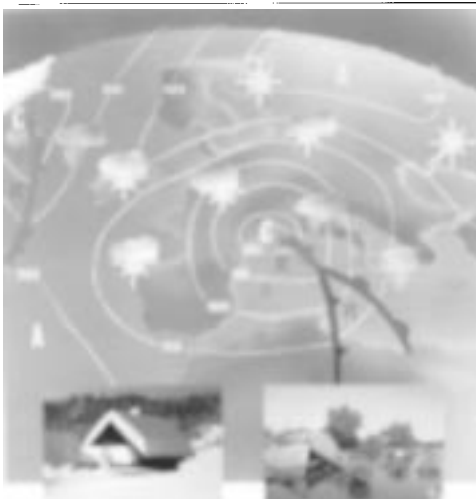
Branjeno područje obuhvaća područje branjeno prije rata, osim UNPA i okupiranih zona.

## IZ PUBLICISTIČKE DJELATNOSTI

UDK 551.5 ISSN 1330-0601  
REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

### IZVANREDNE METEOROLOŠKE I HIDROLOŠKE PRILIKE 1993. U HRVATSKOJ

EXTRAORDINARY METEOROLOGICAL  
AND HYDROLOGICAL EVENTS IN  
CROATIA IN 1993



Izvanr. meteorol. hidrol. prilike Hrvat. Vol. 17 1 - 172 Zagreb, 1994.

### *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1993. u Hrvatskoj*

Publikacija "Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u Hrvatskoj", koju izdaju Državni hidrometeorološki zavod i Društvo za inženjersku meteorologiju, hidrologiju i geofiziku izlazi već niz godina. Časopis izlazi jednom godišnje i objavljuje radove o izvanrednim meteorološkim i hidrološkim događajima. Njegova je svrha da detaljno istraži uzroke izvanrednih meteoroloških i hidroloških pojava u Hrvatskoj. Rezultati ukazuju na svrsishodnost daljnjih istraživanja ovih događaja radi osiguranja kvalitetnih meteoroloških i hidroloških podloga za planiranje i projektiranje u brojnim gospodarskim djelatnostima, te najave mogućih izvanrednih meteoroloških i hidroloških prilika na temelju koje će se moći poduzeti određene mjere za smanjivanje šteta od elementarnih nepogoda.

U ovogodišnjem broju časopisa "Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1993. u Hrvatskoj", Vol. 17., objavljena su 22 rada koji prikazuju:

- povezanost ekstremnih prilika u Hrvatskoj s poremećajima opće cirkulacije atmosfere
- jake jesenske kiše u Gorskom kotaru i na Kvarneru i njihove uzroke
- obilni snijeg i snježno nevrijeme u studenom
- olujnu buru u ožujku i havariju na dalekovodnoj mreži Dalmacije
- konvektivnu oluju u srpnju i obranu od tuče
- kisele kiše i atmosferska taloženja
- kišna i sušna razdoblja u usporedbi sa sušama 1991-1992.
- utjecaj vremenskih prilika na pojavu šumskih požara
- klimatske anomalije u Hrvatskoj
- biometeorološke prilike
- utjecaj vremenskih prilika na poljodjelstvo
- ekstremne hidrološke suše i velike poplave u slivu Save i na području Istre.

Časopis je izdan u nakladi od 600 primjeraka. Osim u pretplati, časopis se može kupiti u nekim knjižarama "Mladosti" ili kod izdavača. Sve informacije mogu se dobiti kod Borivoja Čapke i Ksenije Zaninović, tel. 421-222.