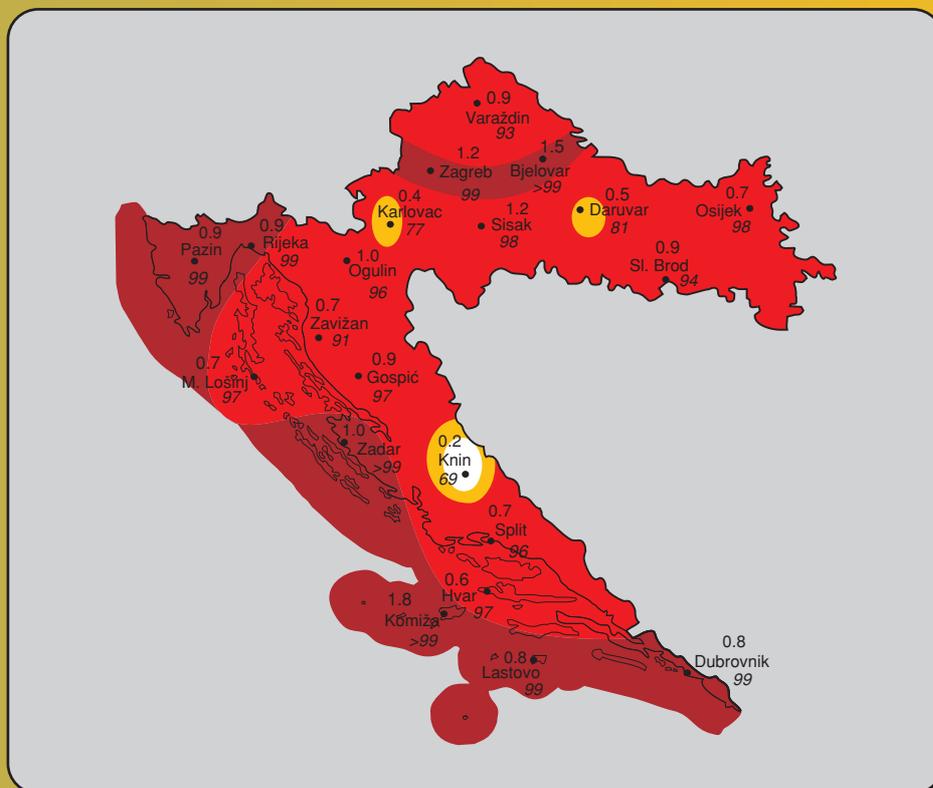




REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD  
REPUBLIC OF CROATIA  
METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL SERVICE

## PRIKAZI br. 9 REVIEWS N° 9

### PRAĆENJE I OCJENA KLIME U 1999. GODINI CLIMATE MONITORING AND ASSESSMENT FOR 1999



Zagreb, siječanj 2000.  
Zagreb, January 2000



REPUBLIKA HRVATSKA  
**DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD**  
REPUBLIC OF CROATIA  
**METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL SERVICE**

# **PRIKAZI br. 9**

# **REVIEWS N° 9**

**PRAĆENJE I OCJENA KLIME U 1999. GODINI**

**CLIMATE MONITORING AND ASSESSMENT FOR 1999**

Zagreb, siječanj 2000.  
Zagreb, January 2000

<b>Izdavač</b>	Državni hidrometeorološki zavod Klimatološko meteorološki odjel
<b>Odgovorni urednik</b>	Mladen Matvijev, dipl. ing.
<b>Glavni urednik</b>	Zvonimir Katušin, dipl. ing.
<b>Tekst napisao</b>	Zvonimir Katušin, dipl. ing.
<b>Izrada i analiza slika</b>	Lidija Srnec, dipl. ing. Zvonimir Katušin, dipl. ing.
<b>Lektor</b>	Ružica Filipović, prof
<b>Prijepis</b>	Višnja Zdelarec
<b>Grafički urednik</b>	Ivan Lukac, graf. inž.

**Slika na naslovnoj strani:**

Odstupanje srednje godišnje temperature zraka (°C) za 1999. godinu od prosječnih vrijednosti, u Hrvatskoj.

**Front cover illustration:**

Yearly air temperature anomalies in Croatia for 1999 year, reference period 1961-1990

**Slika na zadnjoj strani:**

Godišnje količine oborine (%) za 1999. godinu, izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990)

**Back cover illustration:**

Yearly precipitation amounts of Croatia for 1999 year, expressed as percentage of normals (1961-1990)

## **PREDGOVOR**

Kao i prethodnih godina namjena, ove publikacije je pravovremeno upoznavanje svih zainteresiranih sa ocjenama klime na globalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini.

Za praćenje i ocjenu klime razvijeni su mehanizmi i sustavi na svim razinama. Na svjetskoj razini ustanovljen je Globalni motriteljski klimatski sustav, (Global Climate Observing System-GCOS) u okviru Svjetskog klimatskog programa (World Climate Programme WCP), koji se provodi suradnjom Svjetske meteorološke organizacije (World Meteorological Organization WMO) i Programa Ujedinjenih naroda za čovjekov okoliš (United Nation Environmental Programme - UNEP).

Na svjetskoj razini ocjenu klime službeno daje WMO početkom svake godine kroz publikaciju WMO Statement on the status of the global climate.

Na regionalnoj razini ocjenu klime za Područje WMO br. VI (Region WMO VI) koji obuhvaća Europu i bliski istok monitoring i ocjenu provodi WMO - European Climate Support Network sa koordinacijom u Deutscher Wetterdienst, Hamburg i ta ocjena se objavljuje u publikaciji Annual Bulletin on the Climate in WMO Region VI - Europe and Middle East. Hrvatska redovito uz ostale priloge za tu publikaciju dostavlja i publikaciju Praćenje i ocjena klime za prethodnu godinu.

Republika Hrvatska provodi redovito praćenje i ocjenu klime kroz operativni sustav za praćenje klime unutar Državnog hidrometeorološkog zavoda pod nadzorom Klimatološko-meteorološkog odjela.

Anketa napravljena prilikom publiciranja ocjene klime za 1998. godinu pokazala je da svi korisnici (ustanove i gospodarstvo) prihvaćaju i ukazuju na korisnost i primjenjivost programa praćenja klime te da podržavaju redovito publiciranje takve publikacije u okviru serije Prikazi.

v.d. Ravnatelja:



Mladen Matvijev, dipl.ing.

## SADRŽAJ

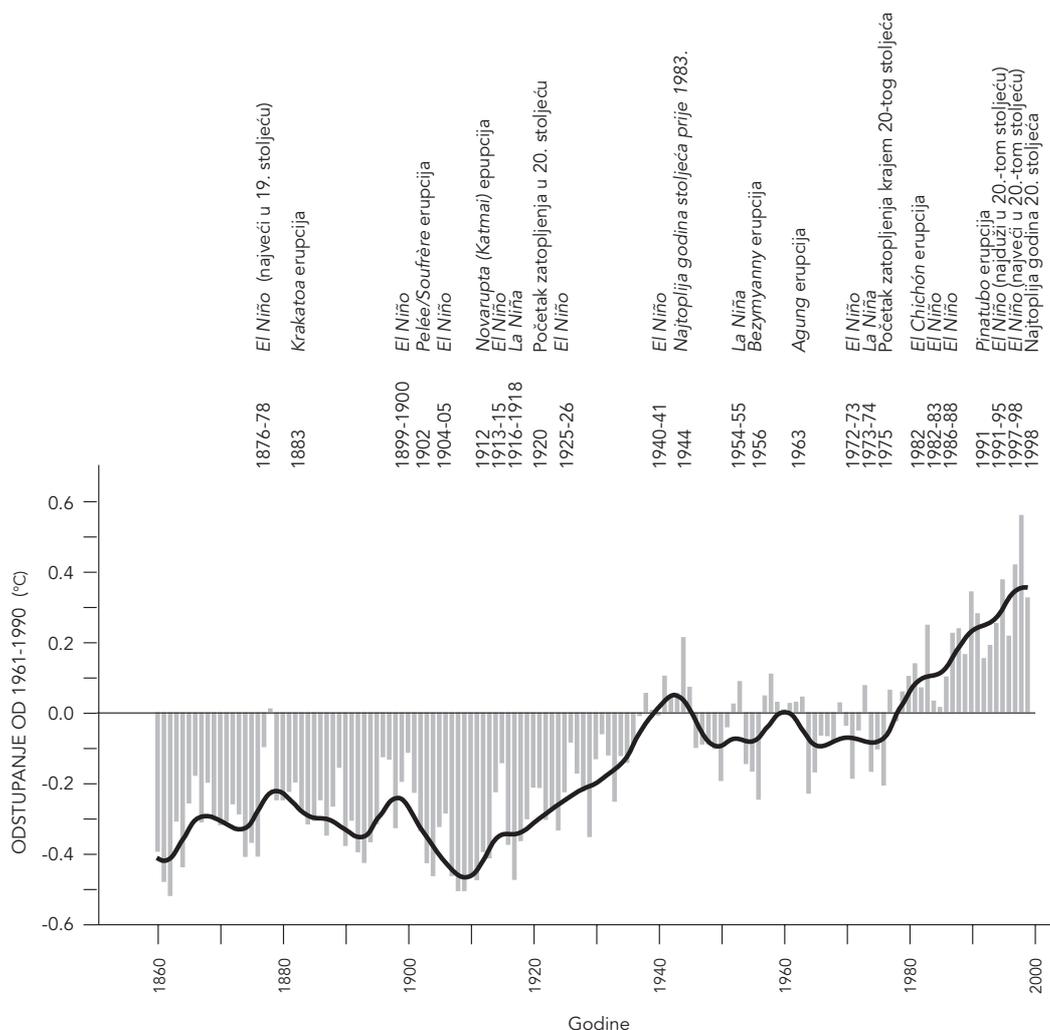
1.	Ocjena globalne klime za 1999. ....	1
1.1.	Globalna temperatura .....	2
1.2.	Globalna oborina. ....	2
2.	Monitoring klime u Hrvatskoj .....	3
3.	Ocjena anomalija temperature i količine oborine u Hrvatskoj za 1999.....	4
3.1.	Ekstremna klimatska razdoblja u 1999. ....	5
3.2.	Ocjena temperature i oborine za mjesece na temelju odstupanja od srednjih mjesečnih temperatura i srednjih mjesečnih količina oborine .....	5
3.3.	Ocjena temperature i oborine za godišnja doba u 1999.....	8
3.4.	Ocjena temperature i oborine za Hrvatsku u 1999 .....	10
4.	Slike ocjena temperature i oborine za Hrvatsku u 1999.....	11
5.	Događanja u svezi proučavanja promjene klime u 1999. i sugestije .....	29
6.	Literatura .....	30
	PRIVITAK 1 Razvoj klimatskih scenarija .....	31
7.	Definicija i priroda klimatskih scenarija .....	33
8.	Izvori informacija o promjeni klime potrebni za razvoj scenarija .....	33
8.1.	Scenariji umjetnog prirasta za proučavanje osjetljivosti .....	35
8.2.	Scenariji analogije. ....	35
8.3.	Scenariji temeljeni na izlaznim rezultatima klimatskih modela .....	36
8.3.1.	Scenariji izvedeni iz općih cirkulacionih modela .....	36
8.3.1.1.	Pokusi ravnotežnog odaziva. ....	36
8.3.1.2.	Pokusi kratkotrajnog odaziva .....	37
8.3.2.	Scenariji izvedeni iz jednostavnih klimatskih modela .....	37
8.3.3.	Scenariji izvedeni iz podsustava finije mreže GCM-a.....	38
8.4.	Ostali tipovi scenarija. ....	38
9.	Zaključak .....	39
10.	Literatura .....	40

# 1. OCJENA GLOBALNE KLIME ZA 1999.

Izješće Svjetske meteorološke organizacije o stanju globalne klime publicira se po završetku godine. U toj publikaciji se nastoji ocijeniti prethodna godina kroz prikaz anomalija meteoroloških elemenata i drugih pokazatelja. Na pr. WMO Statement on the Status of Global Climate in 1999 obuhvaća naslove: Rekordno visoka globalna temperatura; Dvadesetogodišnji trend zatopljenja; Topla troposfera, hladna stratosfera; Rekordan gubitak ozona; Ugljik dioksid i metan u porastu; Razina mora se podiže, El Niño počinje; Temperaturne anomalije za tromjesečno razdoblje, Utjecaj mehanizma El Niño/La Niña na globalne oborine; Ekstremno sušna stanja; Ekstremno kišna razdoblja; Klima i zdravlje.

Na globalnu klimu utječu astronomski i zemaljski činitelji. Među glavne zemaljske činitelje koji utječu na globalnu klimu ubrajaju se vulkanske erupcije i promjene u mehanizmu El Niño/Južna oscilacija, (El Niño i La Niña razdoblja).

Uvijek treba naglašavati da se klima treba razmatrati po događanjima u klimatskom sustavu koji obuhvaća atmosferu, oceane, kopno i kriosferu. Sl. br. 1 pokazuje promjenu glob-



Slika 1. Anomalije globalne kombinirane temperature prizemnog sloja zraka i površine mora za razdoblje 1860.-1999. godine u odnosu na normalni klimatološki niz 1961.-1990., i događaji koji su utjecali na globalnu klimu: (WMO) No. 896

alne temperature klimatskog sustava za razdoblje instrumentalnog mjerenja temperature (1860.-1998.). Godina 1999. se uklapa u trend globalnog zatopljenja koji se već naziva "Globalno zatopljenje krajem 20. stoljeća" jer je klasificirana kao peta po toplini u razdoblju 1880.-1999.

Detaljne ocjene globalne klime publiciraju se sredinom tekuće godine za prethodnu godinu. Koristeći monitoring klime na svjetskoj razini mnogi klimatski centri daju preliminarne ocjene koje se gotovo ne mijenjaju u odnosu na kasnije detaljne analize. Jednu takvu analizu dao je i centar WMO-a za klimatska istraživanja NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration - National Climatic Data Center) smješten u Ashewilu, USA, i to za temperaturu i oborinu.

## 1.1. Globalna temperatura

Opća ocjena za 1999: nastavlja se kontinuirani trend globalnog zatopljenja. Globalna srednja (kombinirano kopno i ocean) temperatura za 1999. je peta po redoslijedu najviših temperatura u razdoblju instrumentalnog mjerenja (od 1880.).

Globalno odstupanje od dugogodišnjeg srednjaka (1880-1998.) bilo je 0,41 °C. Najtoplija i druga najtoplija godina bile su 1998. i 1997. Najtoplijih šest godina u razdoblju 1880.-1999. bile su u dekadi 1990.-2000. Svaka godina te dekade je jedna od 15 najtoplijih u ovom stoljeću.

U području 20 °N do 90 °N temperature su u 1999. bile blizu onima u 1998. Najznačajnije zahlađenje u 1999. za kopno i ocean bilo je u tropskom području. Treba naglasiti da se na južnoj hemisferi, oceani ispod geografske širine 20 °S hlade od 1998. kada je tamo bilo rekordno zatopljenje.

Srednje temperature iznad kopna pokazuju kontinuirani porast (na temelju niza 1880.-1998.) iznad najvećeg dijela Euroazije i Sjeverne Amerike. U lipnju i srpnju Rusija je imala jedan od najdužih valova topline u 20. stoljeću. Zadnji put su se takve visoke temperature javile u Moskvi 1895. god. U dijelovima srednje i sjeverne Europe rujan je bio najtopliji u ovom stoljeću sa premašenjem anomalije 5 °C iznad dugogodišnjeg srednjaka. Globalna temperatura iznad kopna za studeni bila je najtoplija u razdoblju 1880.-1999.

Najveći dio Europe bio je u veljači 1999. hladniji od prosjeka, što je prouzročilo i natprosječne snježne oborine, posebno na području Alpa. Područje Sahel je bilo hladnije i oblačnije nego prethodnih godina.

## 1.2. Globalna oborina

Trend oborina u srednjim geografskim širinama (pojas 30°N-55°N) sjeverne hemisfere pokazuje približni porast od 7% krajem 20. stoljeća. Za 1999. godinu su oborine za taj pojas bile blizu normale. (U 1998. godini u tom području je bila rekordna količina oborina, zahvaljujući El Niño stanjima, pogotovo na području Sjeverne Amerike).

Količina oborine u području 10°N-30°N bila je najveća od 1950. sa količinama iznad srednjaka na područjima Sahel, Jugoistočna Azija i Karibi.

Pojas između (30°S-55°S) na južnoj hemisferi, gdje se pokazuje povećanje oborine 7% u prošlom stoljeću, bio je značajno vlažniji nego 1998., s tim da je 1999. rangirana kao treća najvlažnija godina u ovoj dekadi.

U 1999. godini uočena je široka varijabilnost oborine. Jaka suša zahvatila je zapadnu Rusiju tijekom ranog ljeta.

Srednja Europa imala je oborine iznad normale tijekom zimskih mjeseci s jednom od najtežih sezona što se tiče snježnih oborina u proteklih 50 godina u Alpama. Više temperature s topljenjem snijega i oborinama iznad prosjeka dovele su do jakih poplava u istočnoj Europi tijekom proljeća. U jugozapadnoj Europi, u rujnu i listopadu, oborine su bile prilično iznad prosjeka.

U istočnoj Indiji i Bangladešu oborine su bile dosta iznad prosjeka što je prouzročilo poplave.

## 2. MONITORING KLIME U HRVATSKOJ

U okviru mreže meteoroloških postaja u Hrvatskoj djeluje sustav za praćenje klime, na temelju svakodnevnog izvješćivanja klimatoloških podataka (termini 07, 14, 21h) sa 30 Glavnih meteoroloških postaja. Tako prikupljeni podaci su kompatibilni sa postojećim dugogodišnjim nizovima koji su nastali na temelju takvih opažanja.

### **Operativni sustav praćenja klime u Hrvatskoj ima komponente:**

1. Meteorološka mjerenja i javljanja podataka na glavnim meteorološkim postajama;
2. dostava podataka u sabirne centre HR KLIMA izvještajima, svaki dan do 9 h za klimatološke termine prethodnog dana;
3. Kontrola podataka na računalu u DHMZ-u;
4. Spremanje klimatoloških podataka u računalu s mogućnošću korištenja upotrebom korisničkih programa, najčešće u obliku mjesečnog klimatološkog izvještaja (oblik kakav se izrađuje dugi niz godina);
5. Mjesečna analiza klimatoloških podataka s izradom ocjene za svaki mjesec na temelju tridesetgodišnjih srednjih mjesečnih temperatura i količina oborina, upotrebom računalnih programa;
6. Ocjena klime za Hrvatsku za godišnja doba i godinu;
7. Redovito mjesečno, sezonsko i godišnje obavješćivanje javnosti, korisnika i stručnih krugova o ocjeni klime putem izravnih dostava ocjene, javnih medija, mjesečnika DHMZ-a Bilten, godišnjeg časopisa DHMZ-a Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike te dostavom ocjena međunarodnim tijelima Svjetske meteorološke organizacije, npr. za Klimatski bilten za područje VI (Europa) i glasilo Svjetske meteorološke organizacije Bulletin.

Postupak ocjene je uobičajen, upotrebom modificirane Conrad-Chapmanove metode koja daje na temelju odstupanja od normalnog tridesetgodišnjeg niza 1961-1990. slijedeću klasifikaciju:

<b>Za temperature</b>	<b>Percentili</b>
- ekstremno hladno	< 2
- vrlo hladno	2 - 9
- hladno	9 - 25
- normalno	25 - 75
- toplo	75 - 91
- vrlo toplo	91 - 98
- ekstremno toplo	> 98

<b>Za oborine</b>	<b>Percentili</b>
- ekstremno sušno	< 2
- vrlo sušno	2 - 9
- sušno	9 - 25
- normalno	25 - 75
- kišno	75 - 91
- vrlo kišno	91 - 98
- ekstremno kišno	> 98

Percentili predstavljaju procjenu vjerojatnosti (izraženu u %) da odgovarajuća vrijednost anomalije nije bila u promatranom razdoblju nadmašena. Npr. percentila 98 ukazuje da u 98% slučajeva prethodnih godina odgovarajuća vrijednost nije prekoračena, tj. da se u stogodišnjem razdoblju mogu očekivati svega 2 godine u kojima će opažena vrijednost biti viša od razmatrane. Pomoću percentila (P) može se procijeniti povratni period T (u godinama) iz relacije:

$$T = 100/P \quad \text{ako je } P < 50$$

$$T = 100/100-P \quad \text{ako je } P > 50$$

Pr. Za  $P=2\% \rightarrow T = 50$  godina.

Znači za percentil 2% vjerojatnost je da će se npr. ta temperatura javiti 2 puta u 100 godina ili 1 put u 50 godina.

Na temelju napravljene ocjene izrađuju se karte klimatskih anomalija (odstupanja od srednjih "normalnih" tridesetgodišnjih vrijednosti) za Hrvatsku i iscrtavaju područja ocjene klimatskih elemenata prema razredima.

Ove ocjene su jedini način koji na temelju podataka daje točni smještaj pojedinog razdoblja u odnosu na dugogodišnje prosječne vrijednosti. Potrebne su zbog toga jer se neki puta donose zaključci o određenim razdobljima prema nekim sporednim utjecajima i subjektivnim mjerilima.

Na kartama anomalija uz svaku postaju napisana su dva broja. Gornji broj označava odstupanje od višegodišnjeg srednjaka za temperaturu u °C i % za oborinu, a donji broj percentile prema kojima se postaja svrstava u odgovarajući razred.

Gornji broj omogućava da unutar svake klase detaljnije uočimo odstupanje od srednjaka, jer npr. unutar klase koja normalno obuhvaća 50 percentila mogu postojati područja sa višom ili nižom temperaturom ili količinom oborina, u odnosu na dugogodišnji prosjek.

Ovakve detaljnije analize mogu se napraviti za sve navedene klase klasifikacije.

Pošto klasa NORMALNO obuhvaća 50% podataka radi detaljnije ocjene u poglavlju 3 je za tu klasu uvijek navedeno je li vrijednost iznad ili ispod prosjeka.

### **3. OCJENA ANOMALIJA TEMPERATURE I KOLIČINE OBORINE U HRVATSKOJ ZA 1999.**

Analiza je napravljena na temelju 12 karata odstupanja srednje mjesečne temperature zraka za 12 mjeseci, 12 karata odstupanja mjesečne količine oborina za 12 mjeseci te po četiri

karte odstupanja sezonske temperature i oborine i 2 karte odstupanja godišnje temperature i oborine. Karte su pokazane u poglavlju 4.

### 3.1. Ekstremna klimatska razdoblja u 1999.

Navode se samo klase EKSTREMNO TOPLO, EKSTREMNO HLADNO, EKSTREMNO SUŠNO i EKSTREMNO KIŠNO, što znači da se takvi događaji javljaju 2 i manje puta u 100 godina.

- *razdoblje promatranja: mjesec*

EKSTREMNO TOPLO - LIPANJ 1999: Područje Komiže

EKSTREMNO TOPLO - RUJAN 1999: Područje Zagreba

EKSTREMNO SUŠNO - niti jedno područje

EKSTREMNO KIŠNO - TRAVANJ 1999: Područje Pazina

EKSTREMNO KIŠNO - LIPANJ 1999: Područje Splita i Daruvara

- *razdoblje promatranja: godišnje doba*

EKSTREMNO TOPLO - PROLJEĆE 1999: Područje Zagreba i Bjelovara

EKSTREMNO TOPLO - LJETO 1999: Područje zapadno od linije Vrh Istre, Mali Lošinj, Zadar, Hvar, Lastovo, Ston

- *razdoblje promatranja: godina 1999.*

EKSTREMNO TOPLO - LJETO 1999: Područje Zagreba i Bjelovara i područje zapadno od linije Čabar, Bakar, nešto zapadnije od Malog Lošinja, Zadar, Hvar, Ston

Evidentno je da se od klasa EKSTREMNO najčešće u 1999. pojavila klasa EKSTREMNO TOPLO, a klasa EKSTREMNO HLADNO nije se pojavila niti jedanput.

### 3.2. Ocjena temperature i oborine za mjesece na temelju odstupanja od srednjih mjesečnih temperatura i srednjih mjesečnih količina oborine, za svaki mjesec u 1999. godini

U ovom pregledu navode se ocjene (klase) koje su površinski najviše zastupljene, bez opisa područja koja zahvaćaju. Detaljniji raspored pojedinih klasa vidljiv je iz karata raspodjele anomalija (poglavlje 4). Za klasu NORMALNO navedeno je da li su temperature ili oborine iznad + ili - ispod višegodišnjeg prosjeka. To je radi detaljnije ocjene jer klasa NORMALNO obuhvaća 50% podataka promatranog niza.

Mjesec: <b>SIJEČANJ</b>	klasa	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske	odnos u klasi NORMALNO obzirom na srednjak
Temperatura:	NORMALNO	70	više od srednjaka +
	TOPLO	30	
Oborina:	NORMALNO	95	većinom više od prosjeka
	SUŠNO	5	

	klasa	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske	odnos u klasi NORMALNO obzirom na srednjak
<b>Mjesec: VELJAČA</b>			
Temperatura:	NORMALNO	60	većinom niže od srednjaka
	HLADNO	40	
Oborina:	KIŠNO	50	većinom niže od prosjeka
	NORMALNO	40	
	SUŠNO	7	
	VRLO KIŠNO	3	
<b>Mjesec: OŽUJAK</b>			
Temperatura:	TOPLO	70	više od srednjaka
	NORMALNO	28	
	VRLO TOPLO	2	
Oborina:	NORMALNO	50	niže od prosjeka (izuzev Rijeke)
	SUŠNO	50	
<b>Mjesec: TRAVANJ</b>			
Temperatura:	TOPLO	60	više od srednjaka
	NORMALNO	38	
	VRLO TOPLO	2	
Oborina:	KIŠNO	50	na 4 postaje više, a na 4 niže od prosjeka (pljuskovite oborine)
	NORMALNO	45	
	VRLO KIŠNO	4	
	EKSTREMNO KIŠNO	1	
<b>Mjesec: SVIBANJ</b>			
Temperatura:	TOPLO	90	više od srednjaka
	VRLO TOPLO	5	
	NORMALNO	5	
Oborina:	NORMALNO	50	više od prosjeka, izuzev Pazina i Hvara, Komiže i Lastova
	KIŠNO	48	
	VRLO KIŠNO	1	
	SUŠNO	1	
<b>Mjesec: LIPANJ</b>			
Temperatura:	TOPLO	70	više od srednjaka
	VRLO TOPLO	26	
	NORMALNO	2	
	EKSTREMNO TOPLO	2	

	klasa	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske	odnos u klasi NORMALNO obzirom na srednjak
Oborina:	NORMALNO	92	niže od prosjeka, izuzev Karlovca, Hvara i Dubrovnika
	VRLO KIŠNO	4	
	KIŠNO	2	
	EKSTREMNO KIŠNO	1	
	SUŠNO	1	

---

Mjesec: **SRPANJ**

---

Temperatura:	TOPLO	55	
	NORMALNO	45	više od srednjaka
Oborina:	NORMALNO	95	kontinentalni dio više od prosjeaka, priobalni manje
	KIŠNO	3	
	VRLO KIŠNO	1,5	
	VRLO SUŠNO	0,5	

---

Mjesec: **KOLOVOZ**

---

Temperatura:	TOPLO	85	
	VRLO TOPLO	12	
	NORMALNO	3	više od srednjaka
Oborina:	NORMALNO	80	većinom niže od prosjeka
	SUŠNO	15	
	VRLO SUŠNO	4	
	KIŠNO	1	

---

Mjesec: **RUJAN**

---

Temperatura:	VRLO TOPLO	85	
	TOPLO	13	
	NORMALNO	1	više od srednjaka
	EKSTREMNO TOPLO	1	
Oborina:	NORMALNO	96	većinom niže od prosjeka
	SUŠNO	2	
	VRLO SUŠNO	1	
	KIŠNO	1	

---

Mjesec: **LISTOPAD**

---

Temperatura:	NORMALNO	65	više od srednjaka +
	TOPLO	35	
Oborina:	NORMALNO	98	niže od prosjeka, izuzev 6 postaja
	KIŠNO	1	
	SUŠNO	1	

	klasa	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske	odnos u klasi NORMALNO obzirom na srednjak
<b>Mjesec: STUDENI</b>			
Temperatura:	HLADNO	85	5 postaja više od srednjaka i 3 niže
	NORMALNO	15	
Oborina:	NORMALNO	94	8 postaja više, ostale niže od prosjeka
	VRLO KIŠNO	3	
	KIŠNO	2	
	SUŠNO	1	
<b>Mjesec: PROSINAC</b>			
Temperatura:	NORMALNO	92	3 postaje niže od srednjaka, ostale više
	TOPLO	8	
Oborina:	KIŠNO	60	većinom više od prosjeka
	NORMALNO	35	
	SUŠNO	3	
	VRLO KIŠNO	2	

### 3.3. Ocjena temperature i oborine za godišnja doba u 1999. godini

<b>Godišnje doba: ZIMA 1998/1999 (XII 1998, I i II 1999)</b>			
Temperatura:	NORMALNO	60	niže od srednjaka
	HLADNO	39	
	VRLO HLADNO	1	
Oborina:	NORMALNO	85	više od prosjeka Bjelovar, Daruvar, Karlovac, Ogulin, ostalo područje niže od prosjeka
	SUŠNO	14	
	KIŠNO	1	
<b>Godišnje doba: PROLJEĆE 1999 (III, IV, V)</b>			
Temperatura:	VRLO TOPLO	70	
	TOPLO	25	
	EKSTREMNO TOPLO	5	
Oborina:	NORMALNO	65	ispod prosjeka Karlovac, Ogulin, Gospić, Sl. Brod, ostali dio više od prosjeka
	KIŠNO	32	

	klasa	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske	odnos u klasi NORMALNO obzirom na srednjak
	VRLO KIŠNO	2	
	SUŠNO	1	

---

Godišnje doba: **LJETO 1999 (VI, VII, VIII)**

---

Temperatura:	VRLO TOPLO	74	
	EKSTREMNO TOPLO	20	
	TOPLO	6	
Oborina:	NORMALNO	35	Zagreb, Sisak, Knin i Dubrovnik ispod prosjeka, ostalo iznad
	SUŠNO	30	
	VRLO KIŠNO	25	
	KIŠNO	10	

---

Godišnje doba: **JESEN 1999 (IX, X, XI)**

---

Temperatura:	NORMALNO	85	Karlovac i Knin niže od srednjaka, ostalo iznad
	TOPLO	15	
Oborina:	NORMALNO	94	7 postaja više od prosjeka, ostalo ispod
	KIŠNO	4	
	SUŠNO	2	

---

Godišnje doba: **ZIMA 1999/2000 (obuhvaća XII 1999 i I i II 2000)**

---

Za prvu trećinu zime: isto kao XII 1999.

Temperatura:	NORMALNO	92	3 postaje niže od srednjaka, ostalo više
	TOPLO	8	
Oborina:	KIŠNO	60	
	NORMALNO	35	većinom više od prosjeka
	SUŠNO	3	
	VRLO KIŠNO	2	

### 3.4. Ocjena temperature i oborine za Hrvatsku u 1999. godini

Razdoblje: **GODINA 1999**

	klasa	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske	odnos u klasi NORMALNO obzirom na srednjak
Temperatura:	VRLO TOPLO	76	
	EKSTREMNO TOPLO	20	
	TOPLO	3	
	NORMALNO	1	više od srednjaka
Oborina:	NORMALNO	40	Pazin, Rijeka, Varaždin, Dubrovnik niže od prosjeaka, ostalo više
	VRLO KIŠNO	25	
	KIŠNO	25	
	SUŠNO	10	

**OPĆA OCJENA ZA HRVATSKU ZA 1999. GODINU:**

*1999. godina je na cijelom području Hrvatske (izuzev Knina) bila puno toplija od prosjeka (klase ekstremno toplo, vrlo toplo i toplo) s oborinom većom od dugogodišnjeg prosjeka na području Slavonije, Banovine i dijela Like i Splita, prosječnom oborinom na sjeverozapadu države, otocima i Dalmaciji (izuzev Splita), te sušna na otocima Visu i Lastovu.*

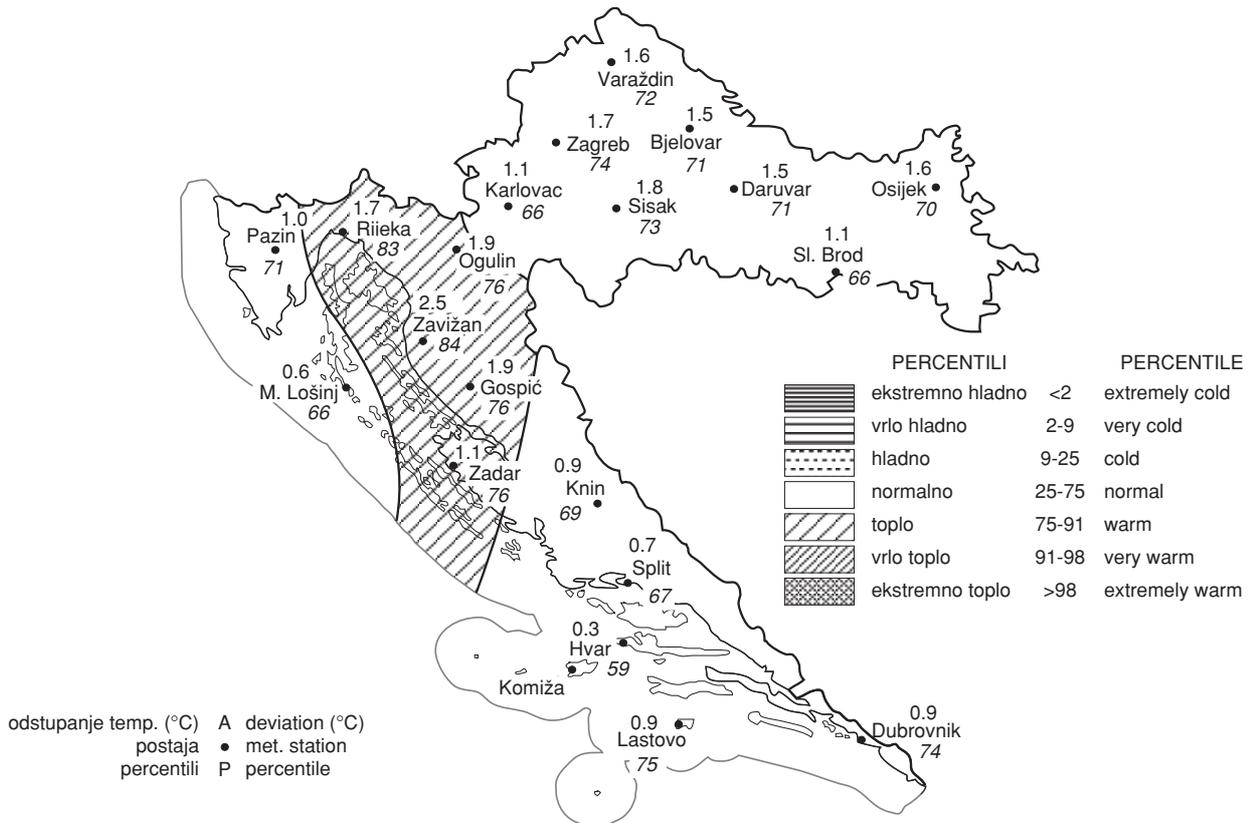
#### **4. SLIKE OCJENA TEMPERATURE I OBORINE ZA HRVATSKU U 1999.**

U ovom dijelu prikazane su 34 slike:

- Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) za svaki mjesec 1999., od prosjeka (1961-1990.), 12 slika (siječanj do prosinac)
- Mjesečne količine oborine (%) za svaki mjesec 1999. izražene su u % prosječnih vrijednosti (1961-1990.), 12 slika (siječanj do prosinac)
- Odstupanje srednje sezonske temperature zraka za godišnja doba 1999. od prosječnih vrijednosti (1961-1990.) za svaku sezonu - 4 slike (zima, proljeće, ljeto, jesen)
- Sezonske količine oborine (%) za godišnja doba 1999. izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990.), za svaku sezonu - 4 slike (zima, proljeće, ljeto, jesen)
- Odstupanje srednje godišnje temperature zraka (°C) za 1999. godinu od prosječnih vrijednosti (1961-1990.), 1 slika
- Godišnje količine oborine za 1999. u % prosječnih vrijednosti (1961-1990.), 1 slika

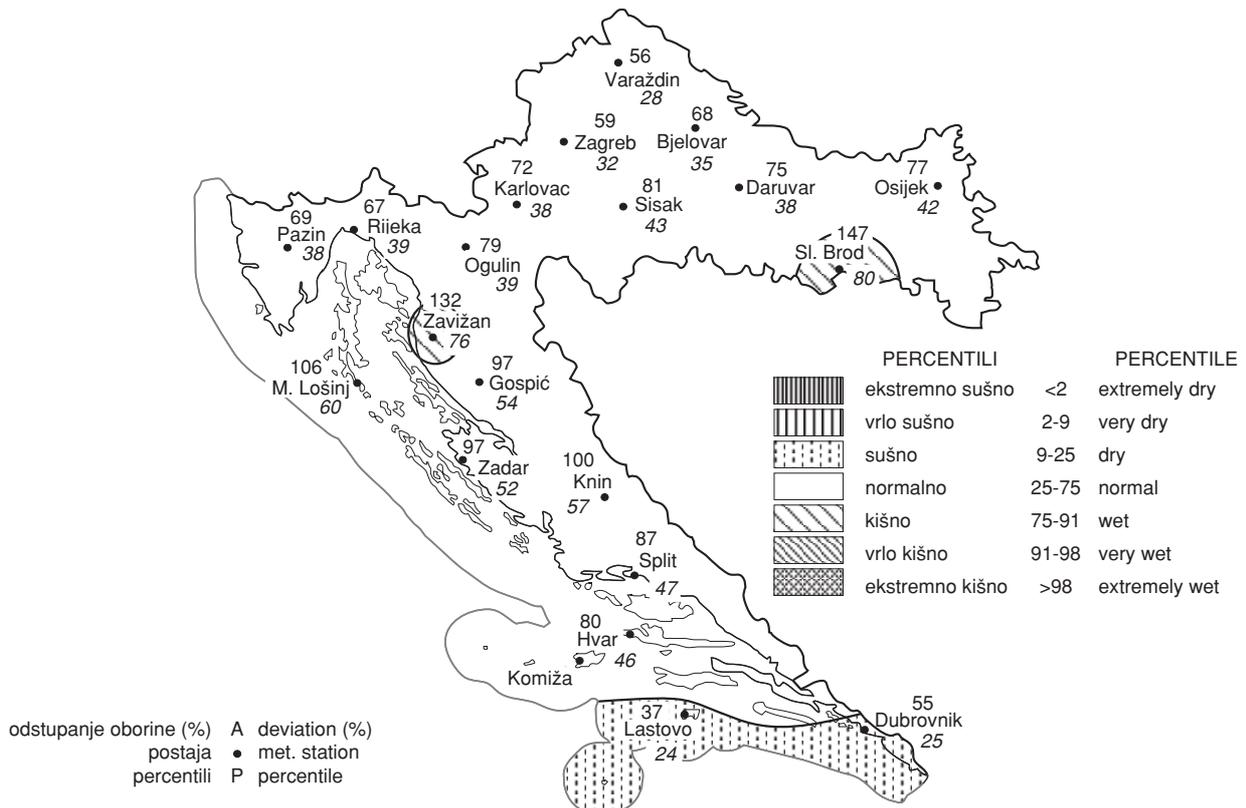
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u SIJEČNJU 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly air temperature anomalies in Croatia in JANUARY 1999, from normals 1961-1990.**



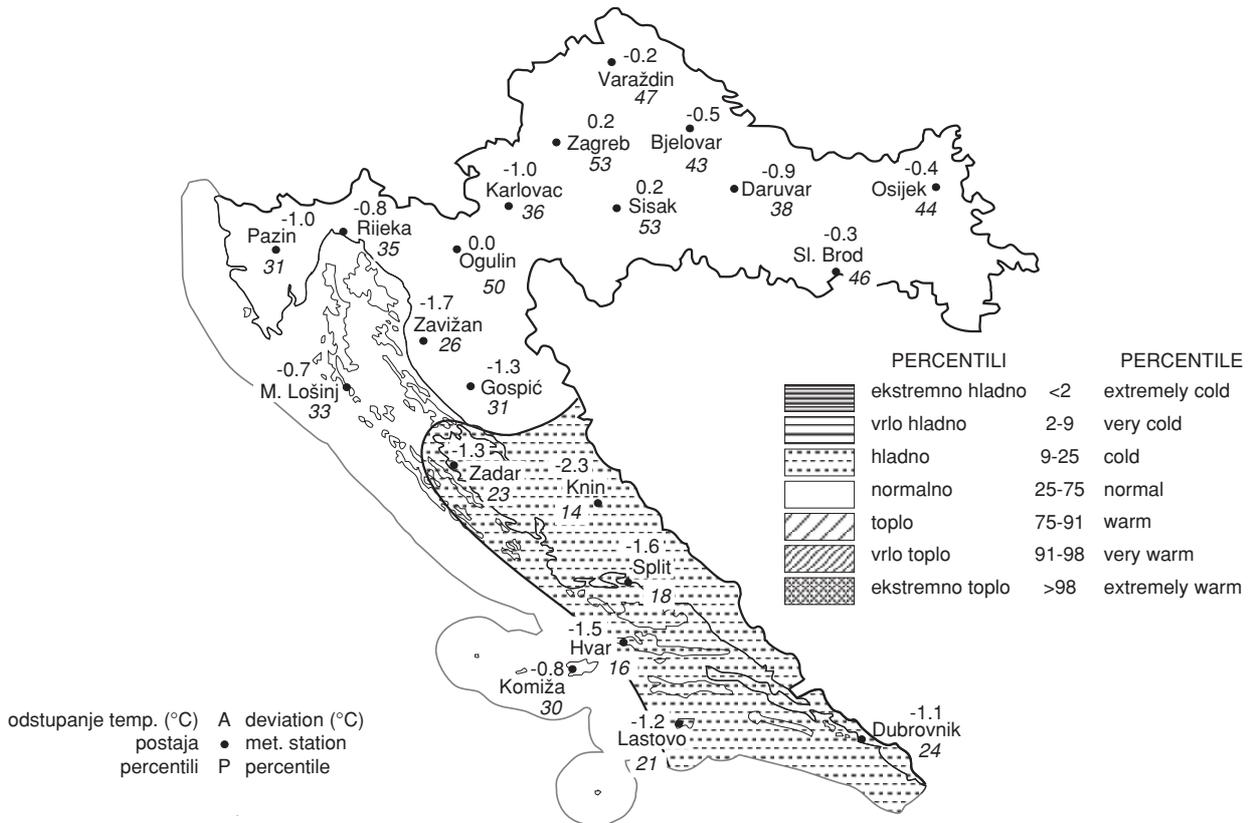
**Mjesečne količine oborine (%) u SIJEČNJU 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly precipitation amounts of Croatia in JANUARY 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.**



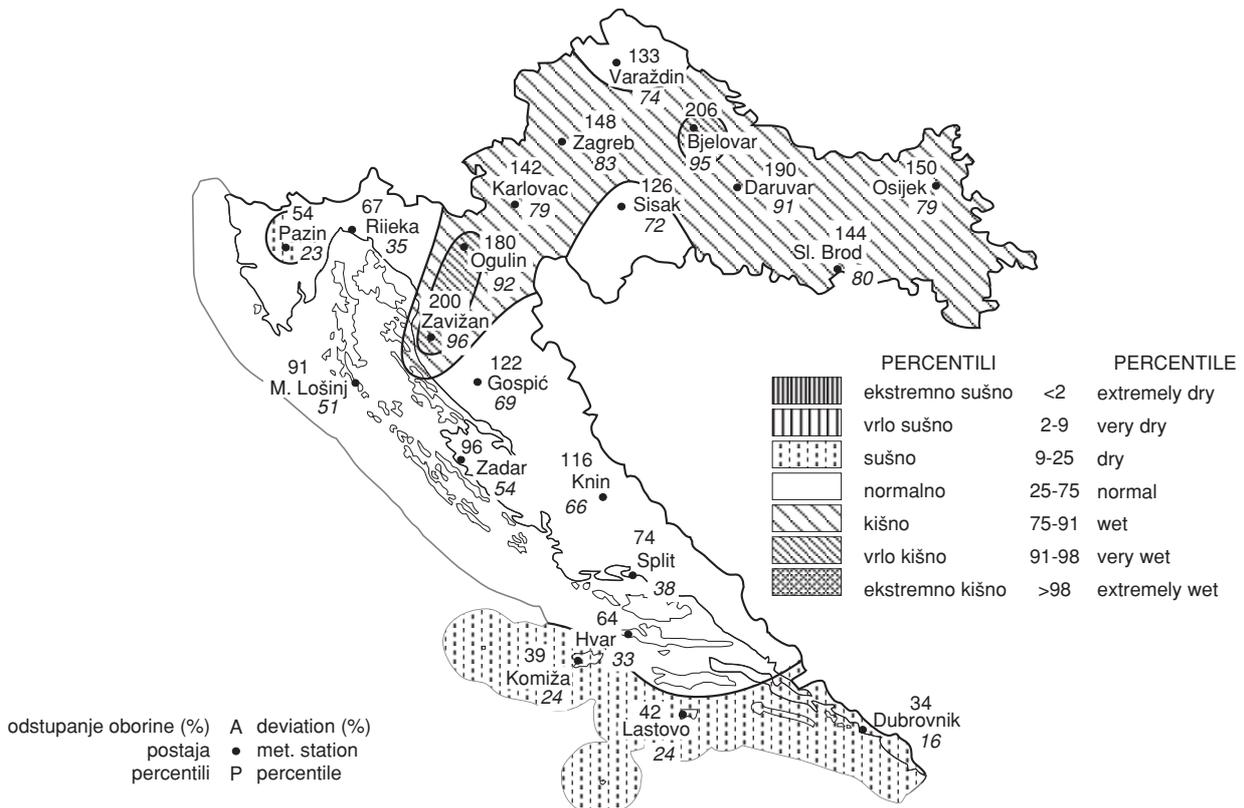
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u VELJAČI 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly air temperature anomalies in Croatia in FEBRUARY 1999, from normals 1961-1990.**



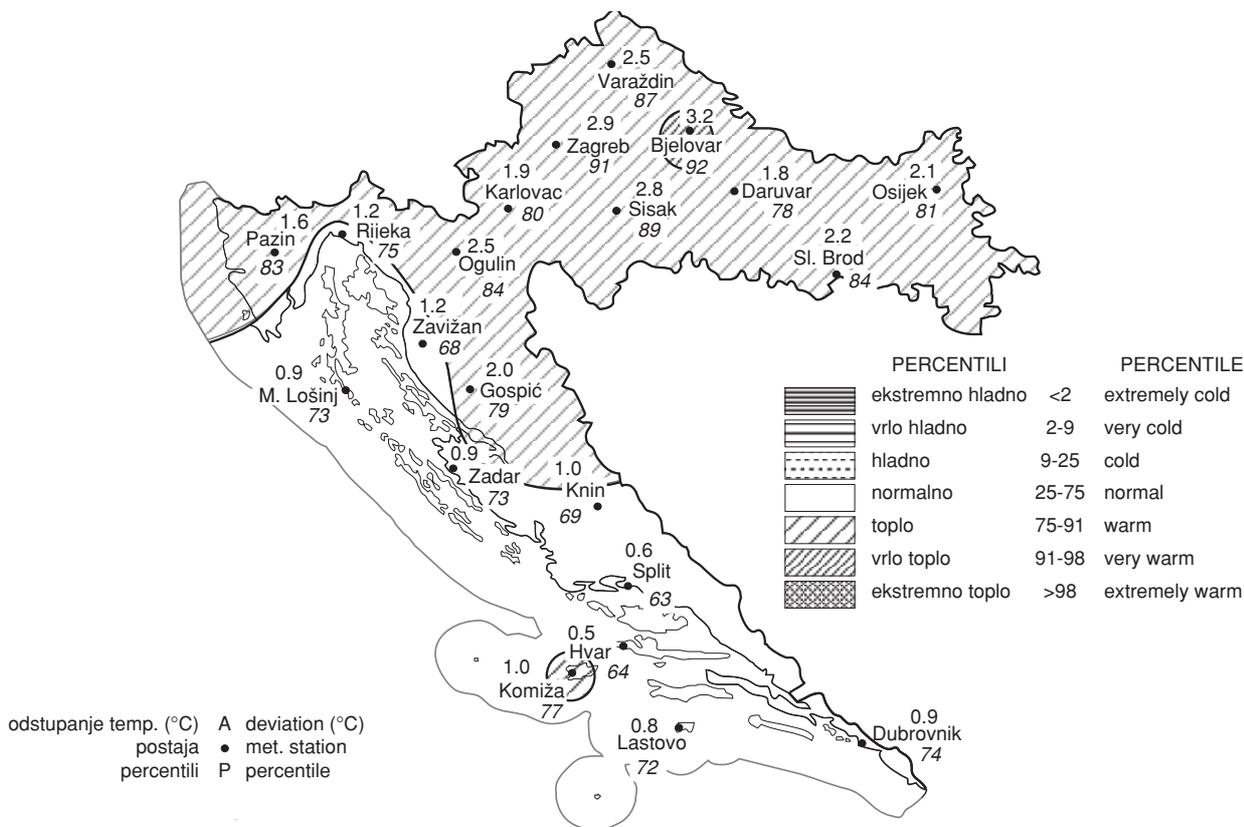
**Mjesečne količine oborine (%) u VELJAČI 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly precipitation amounts of Croatia in FEBRUARY 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.**



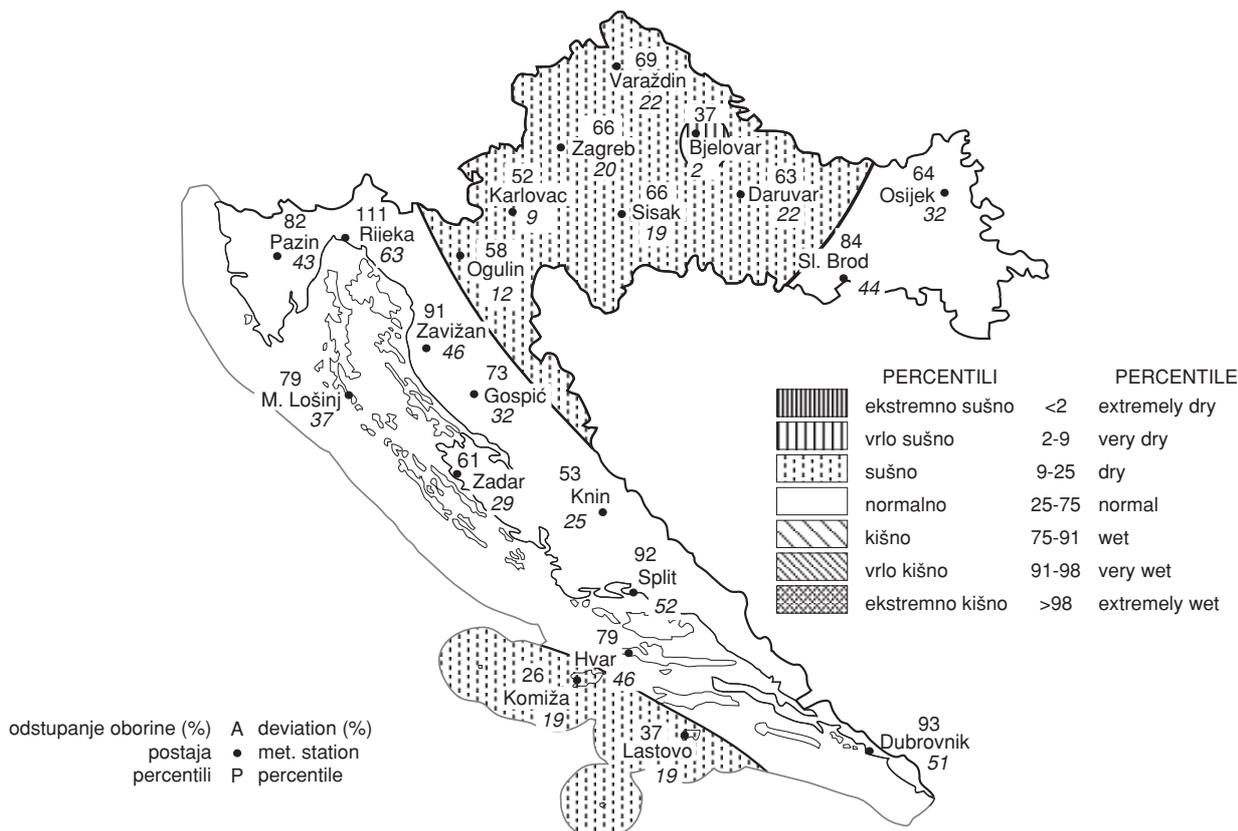
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u OŽUJKU 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly air temperature anomalies in Croatia in MARCH 1999, from normals 1961-1990.**



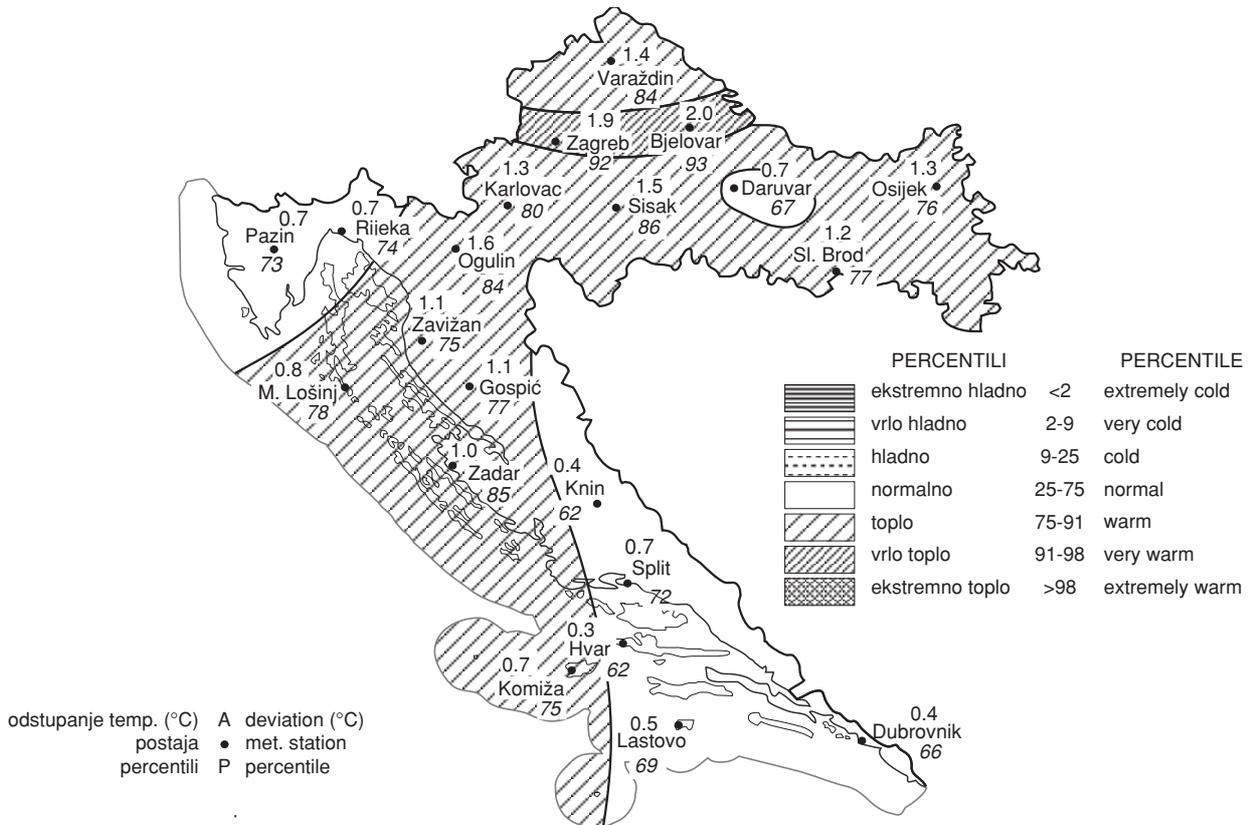
**Mjesečne količine oborine (%) u OŽUJKU 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly precipitation amounts of Croatia in MARCH 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.**



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

**Monthly air temperature anomalies in Croatia in APRIL 1999, from normals 1961-1990.**



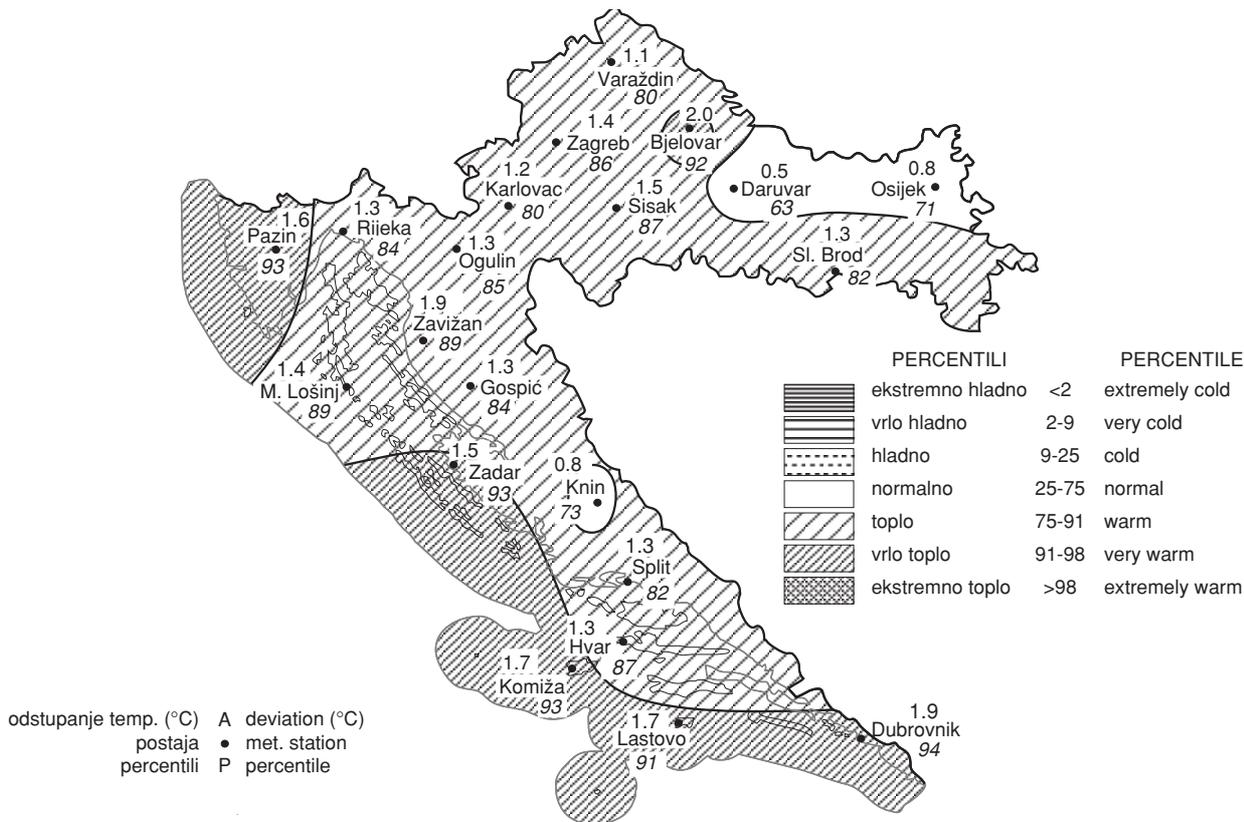
**Mjesečne količine oborine (%) u TRAVNJU 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly precipitation amounts of Croatia in APRIL 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.**



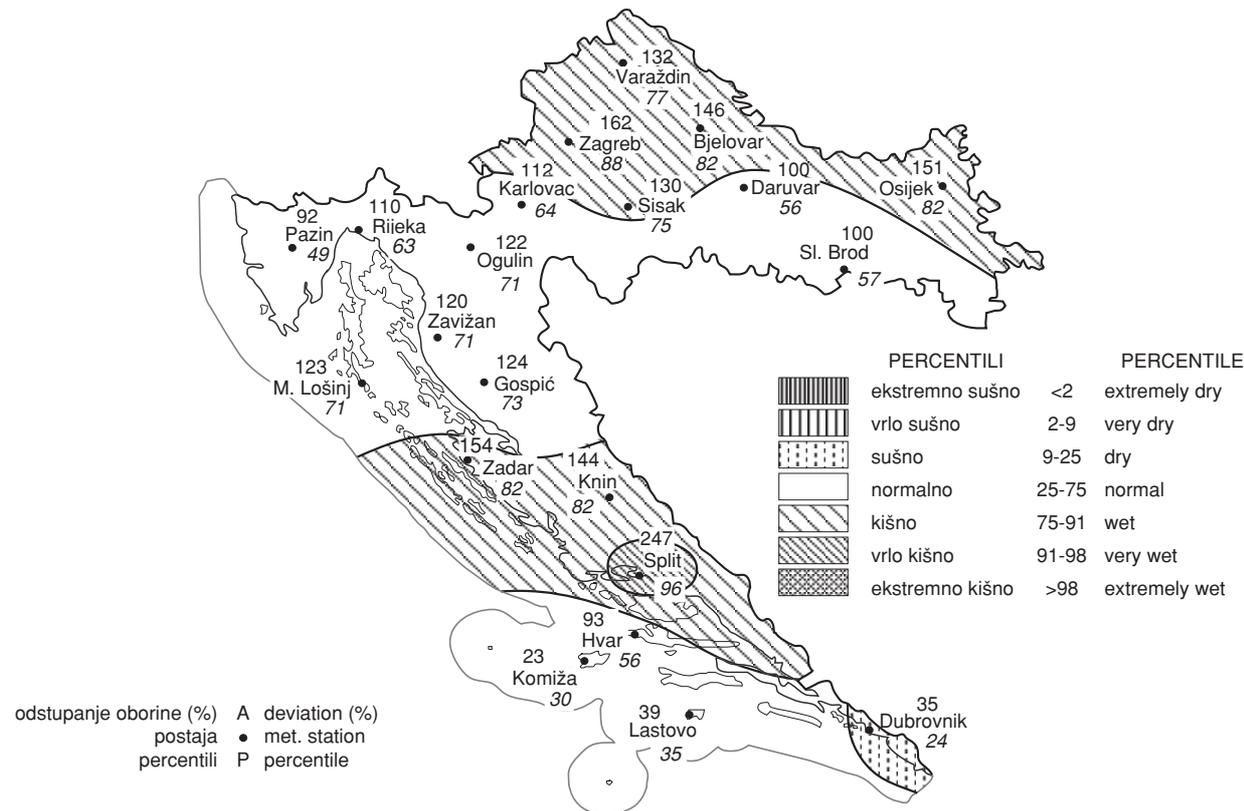
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u SVIBNJU 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

*Monthly air temperature anomalies in Croatia in MAY 1999, from normals 1961-1990.*



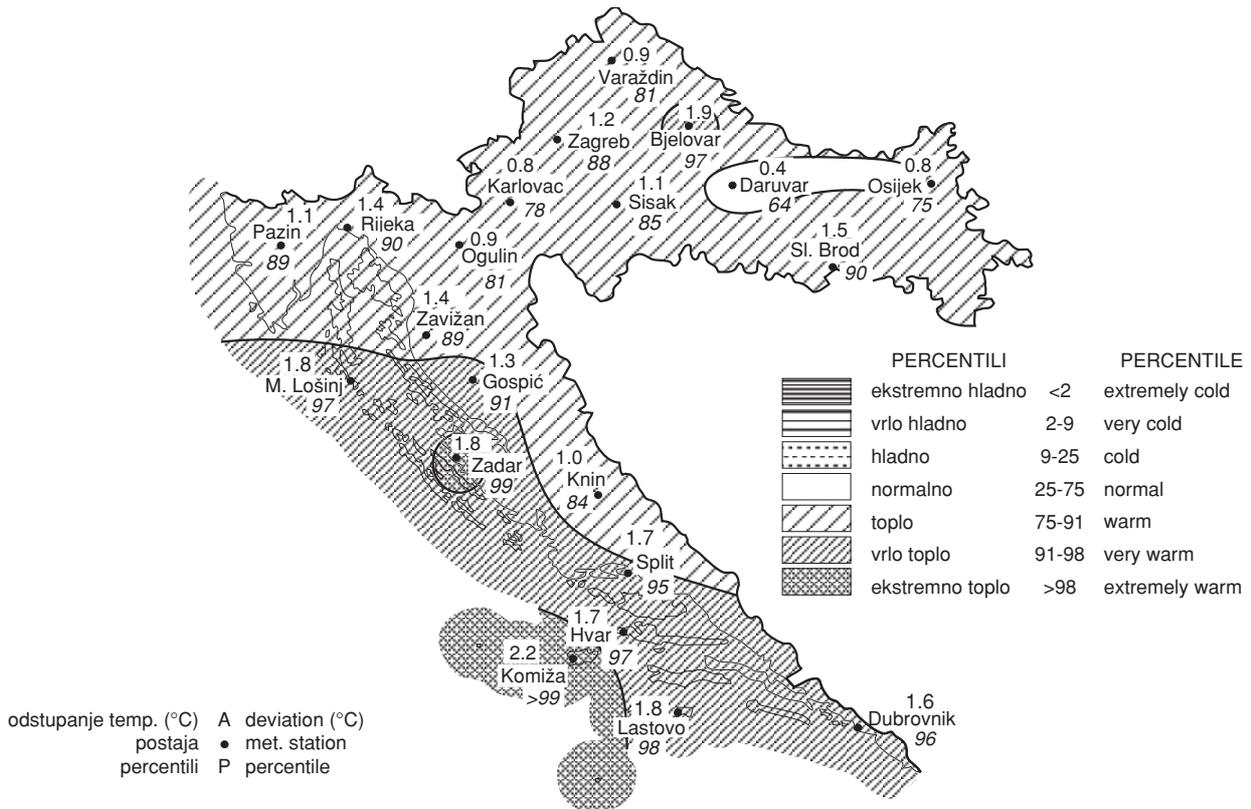
**Mjesečne količine oborine (%) u SVIBNJU 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

*Monthly precipitation amounts of Croatia in MAY 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.*



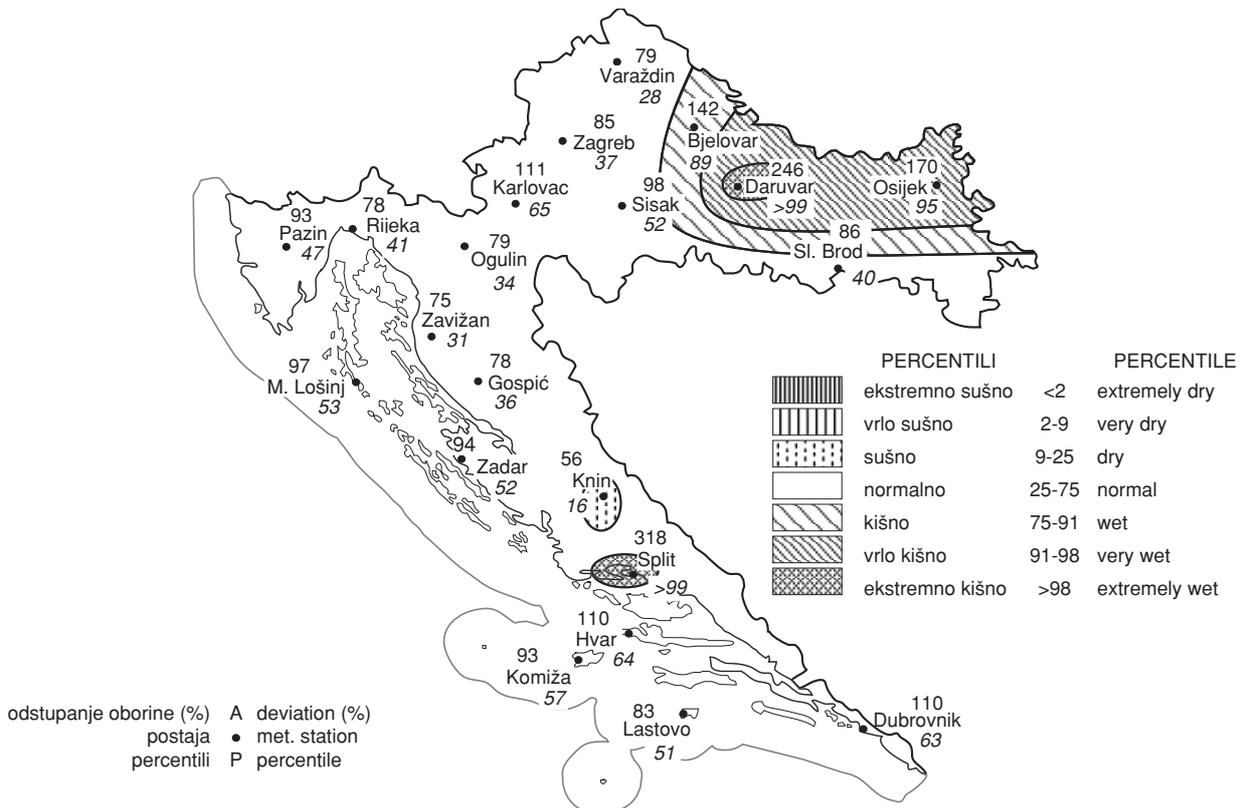
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u LIPNJU 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly air temperature anomalies in Croatia in JUNE 1999, from normals 1961-1990.**



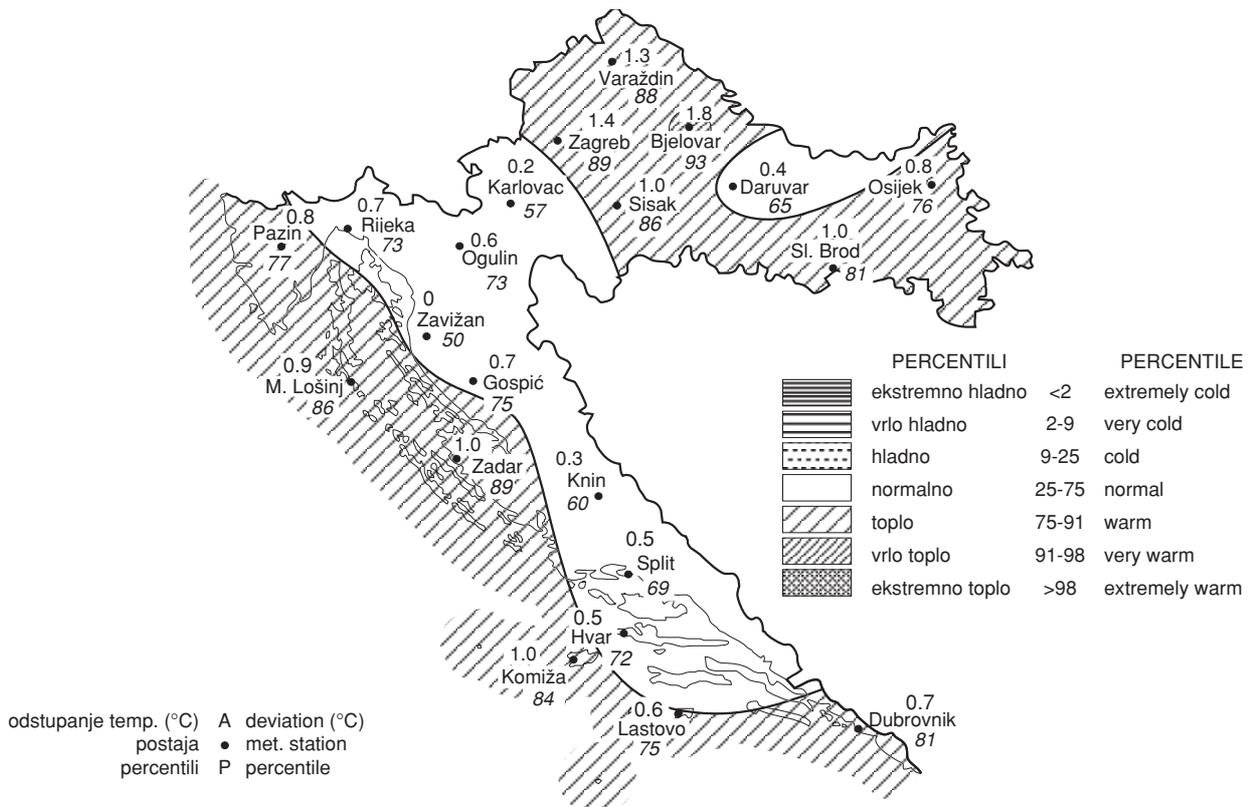
**Mjesečne količine oborine (%) u LIPNJU 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly precipitation amounts of Croatia in JUNE 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.**



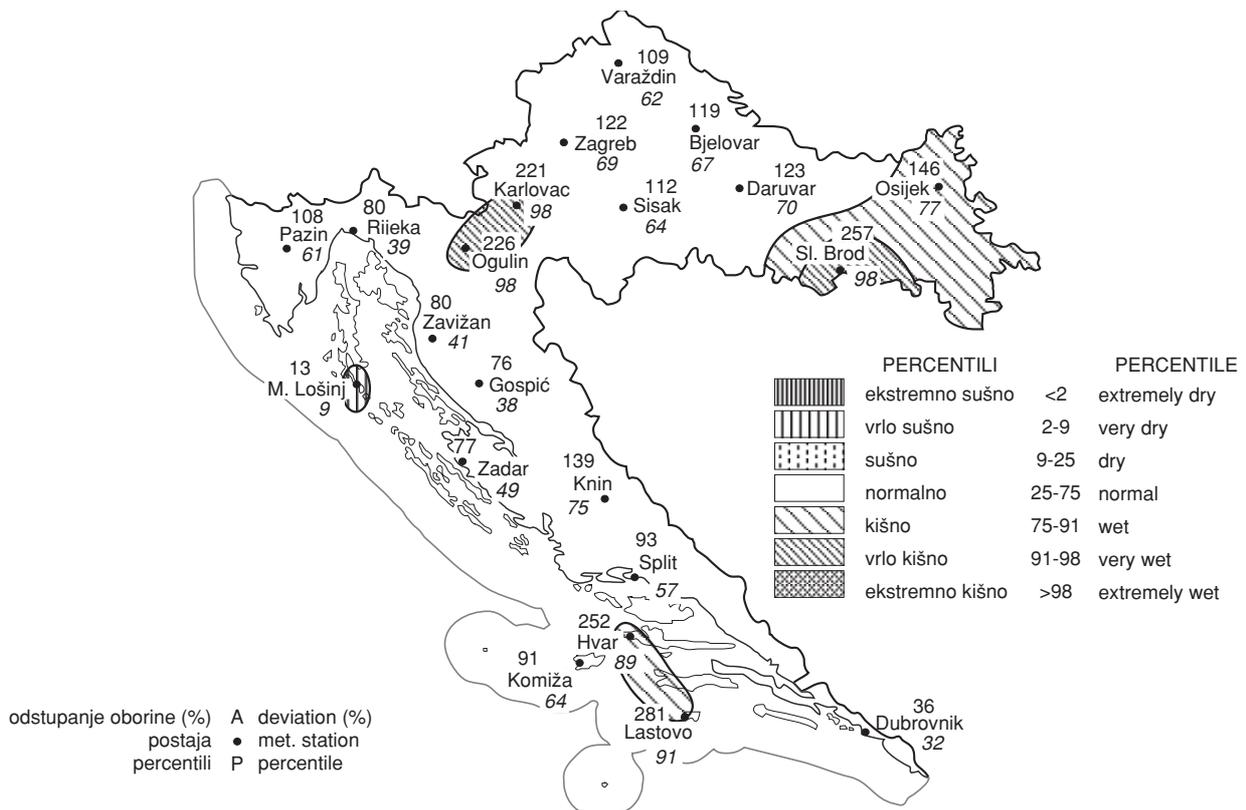
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u SRPNJU 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly air temperature anomalies in Croatia in JULY 1999, from normals 1961-1990.**



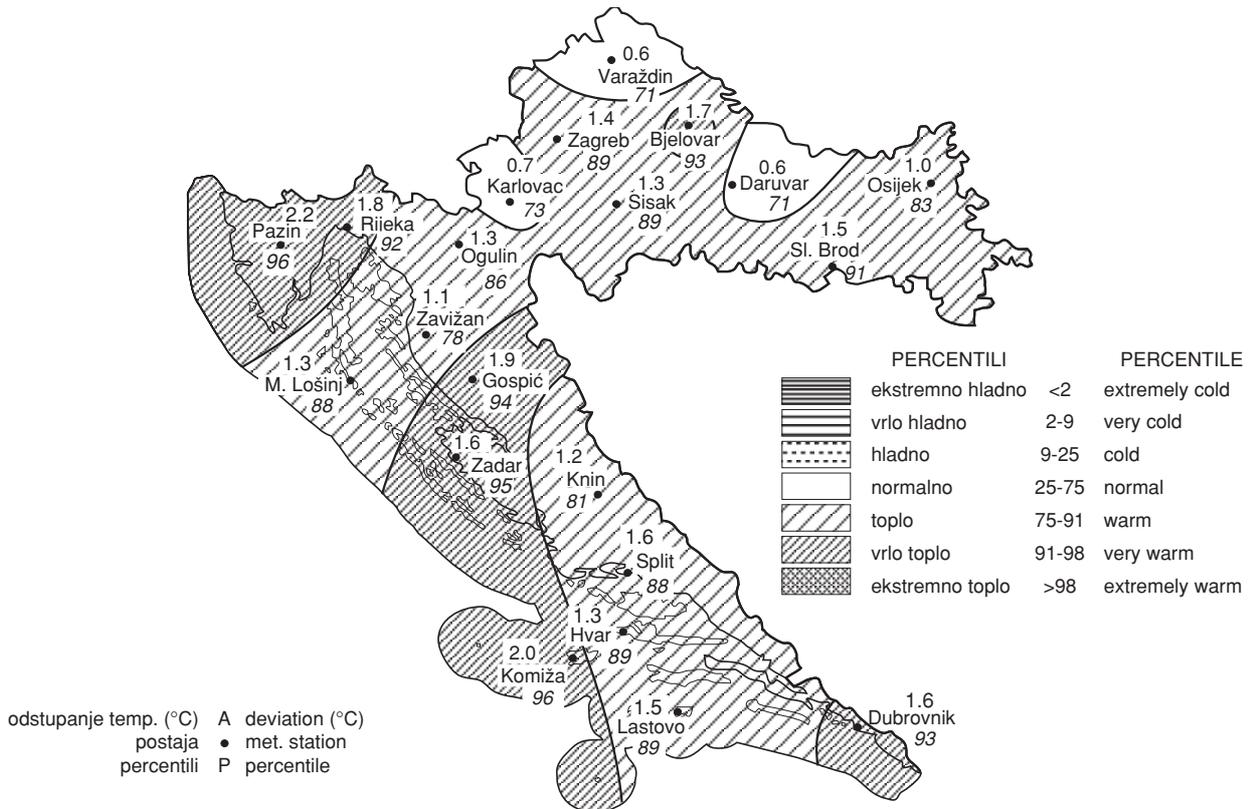
**Mjesečne količine oborine (%) u SRPNJU 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly precipitation amounts of Croatia in JULY 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.**



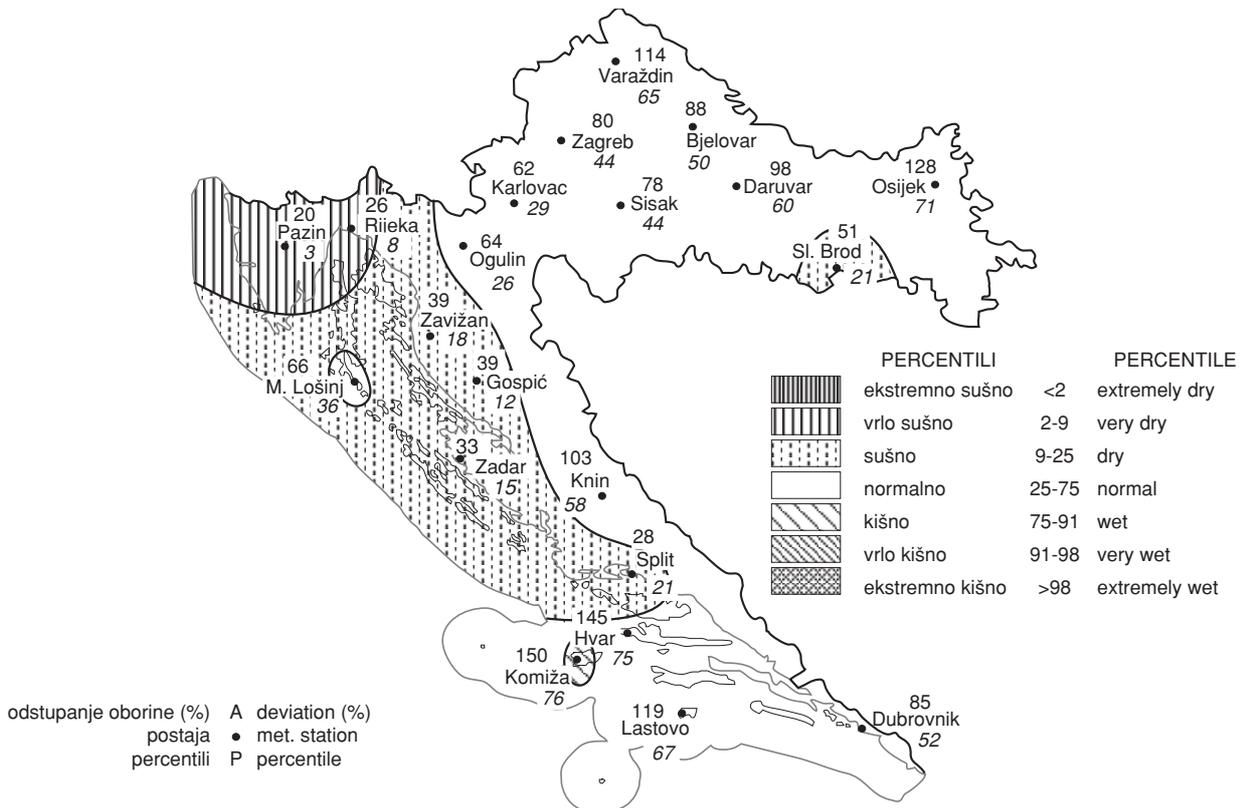
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u KOLOVOZU 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly air temperature anomalies in Croatia in AUGUST 1999, from normals 1961-1990.**



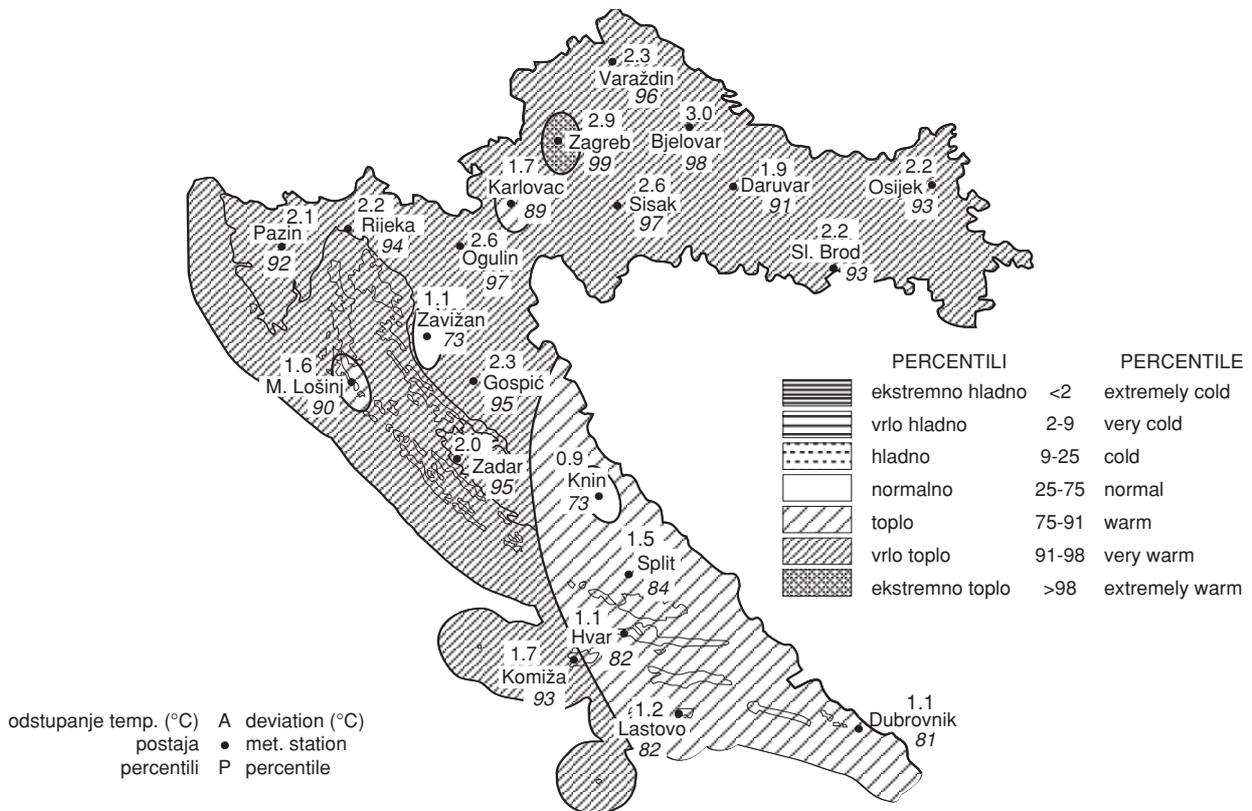
**Mjesečne količine oborine (%) u KOLOVOZU 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly precipitation amounts of Croatia in AUGUST 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.**



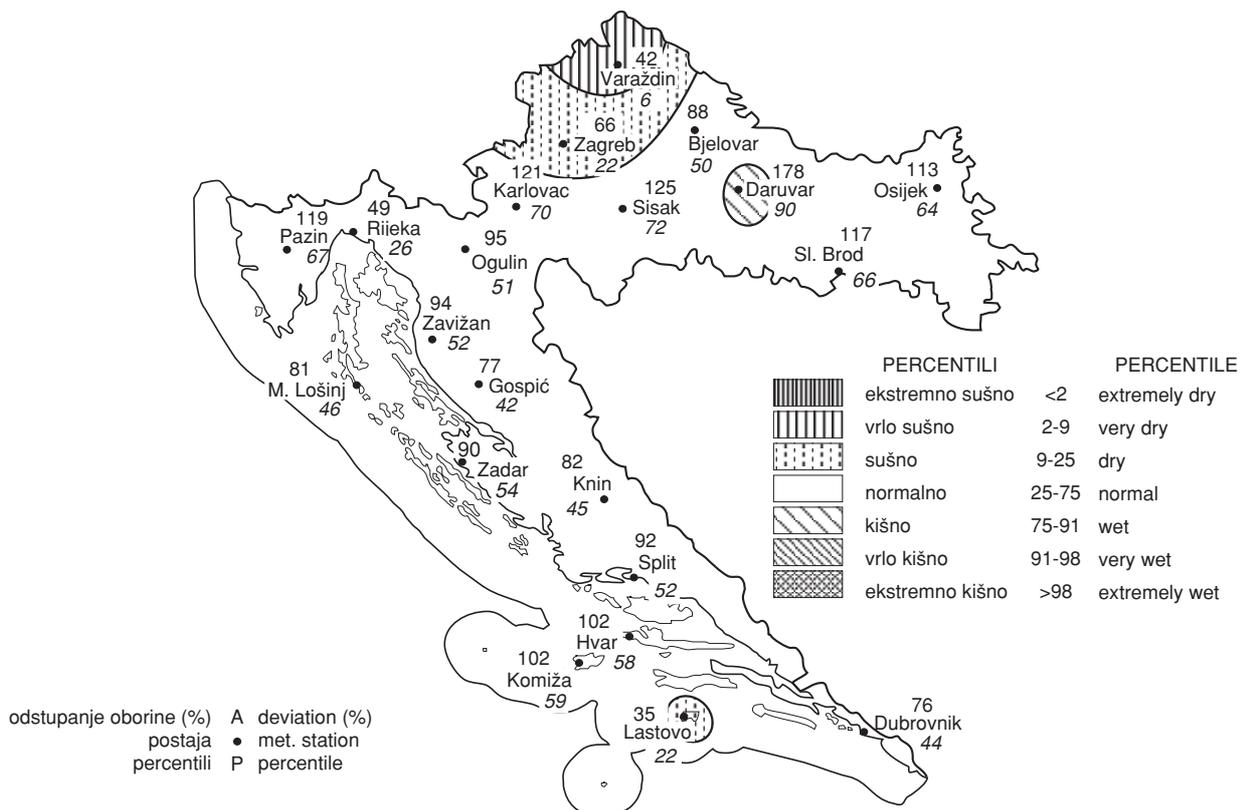
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u RUJNU 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

*Monthly air temperature anomalies in Croatia in SEPTEMBER 1999, from normals 1961-1990.*



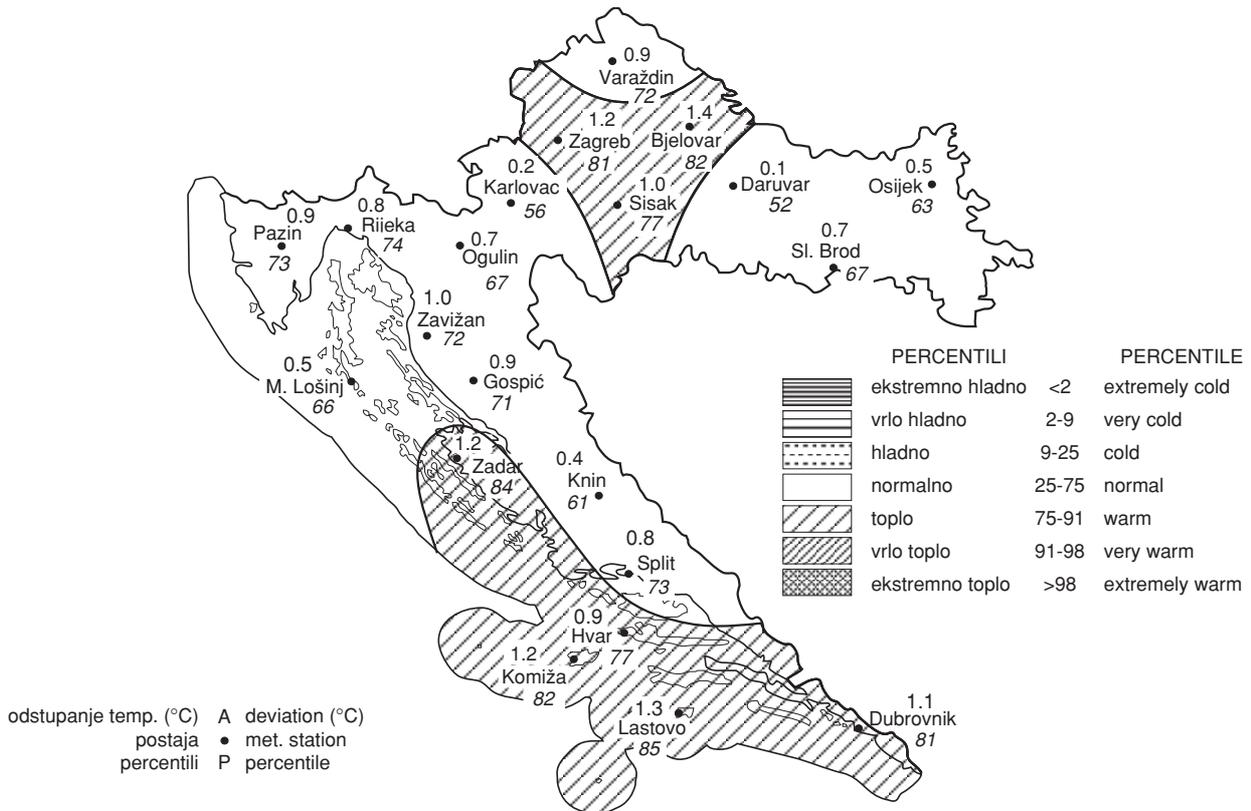
**Mjesečne količine oborine (%) u RUJNU 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

*Monthly precipitation amounts of Croatia in SEPTEMBER 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.*



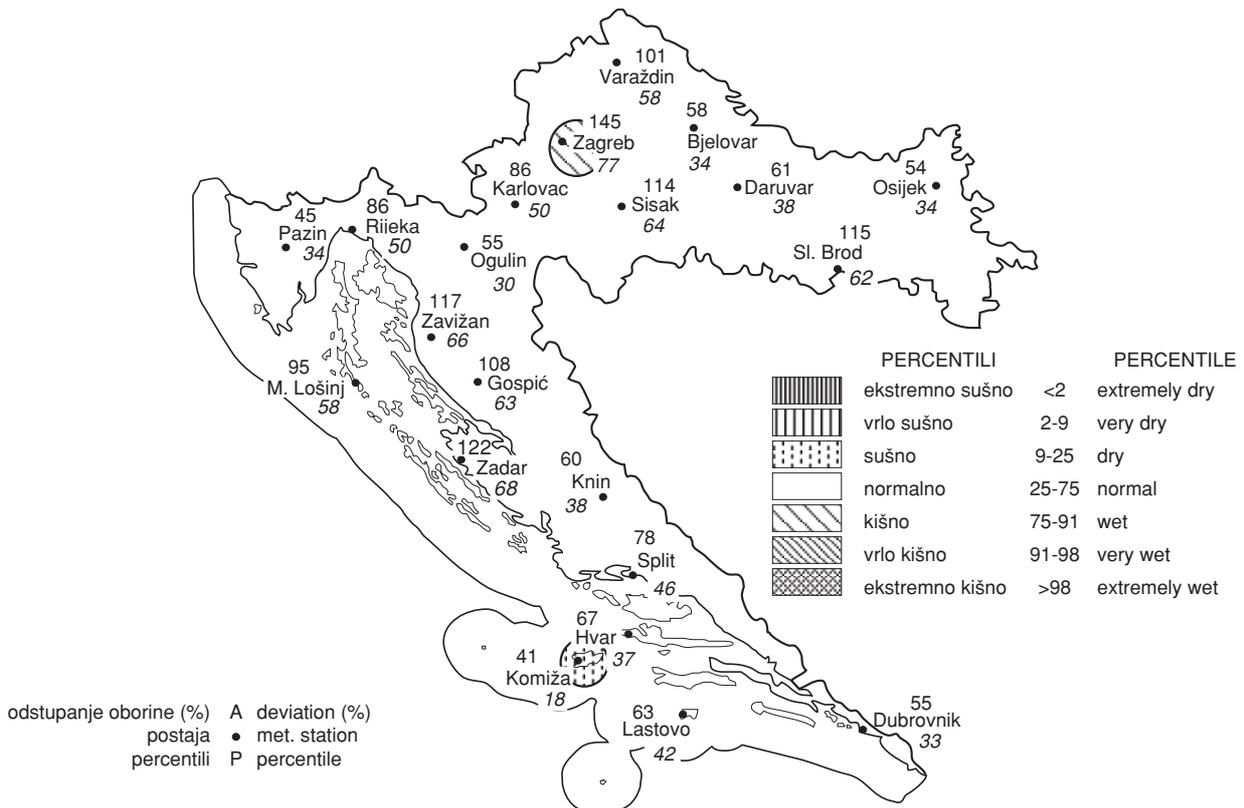
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u LISTOPADU 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly air temperature anomalies in Croatia in OCTOBER 1999, from normals 1961-1990.**



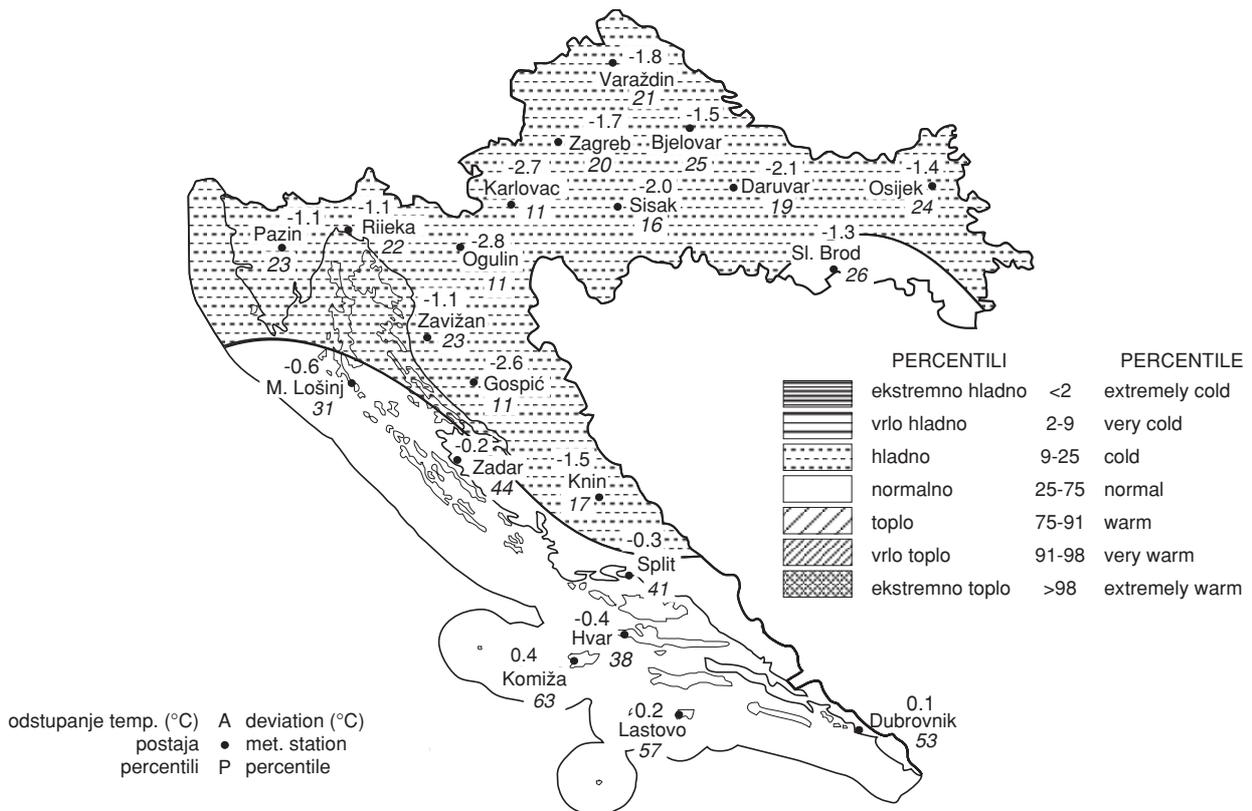
**Mjesečne količine oborine (%) u LISTOPADU 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly precipitation amounts of Croatia in OCTOBER 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.**



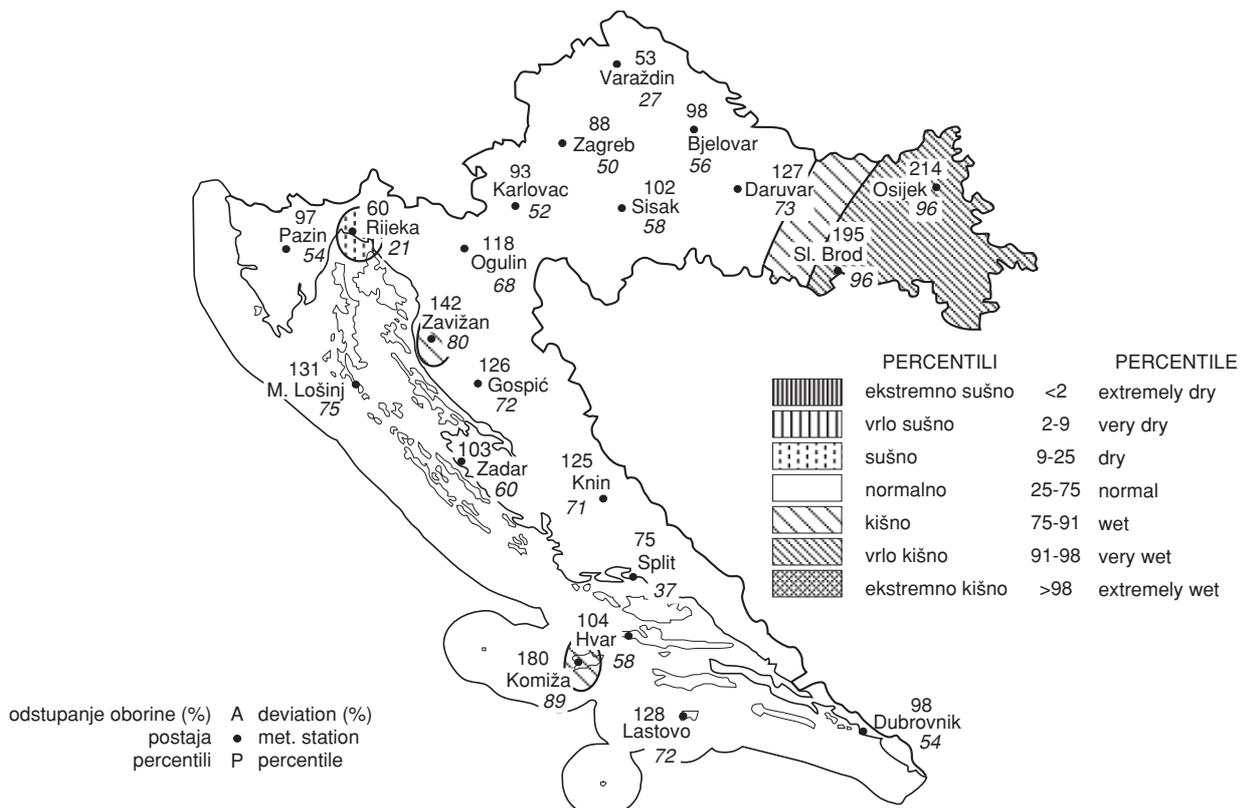
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u STUDENOM 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly air temperature anomalies in Croatia in NOVEMBER 1999, from normals 1961-1990.**



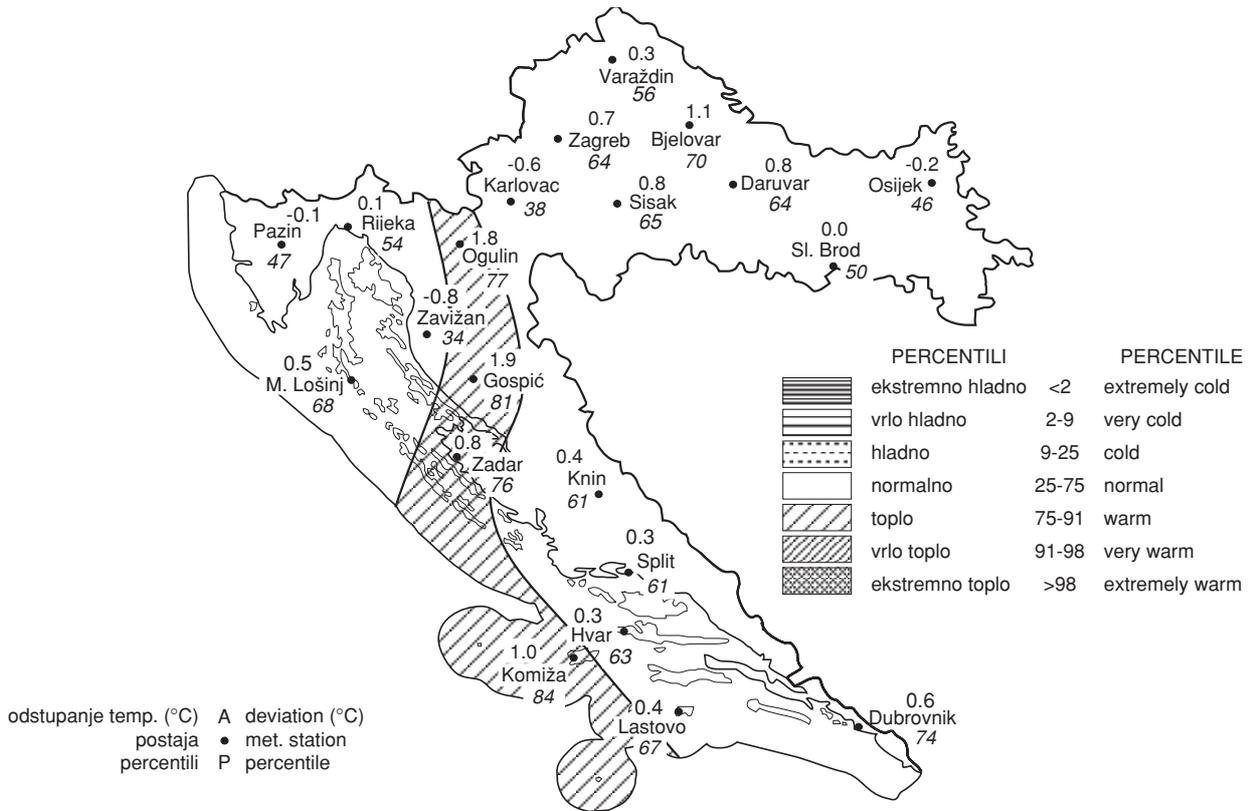
**Mjesečne količine oborine (%) u STUDENOM 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly precipitation amounts of Croatia in NOVEMBER 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.**



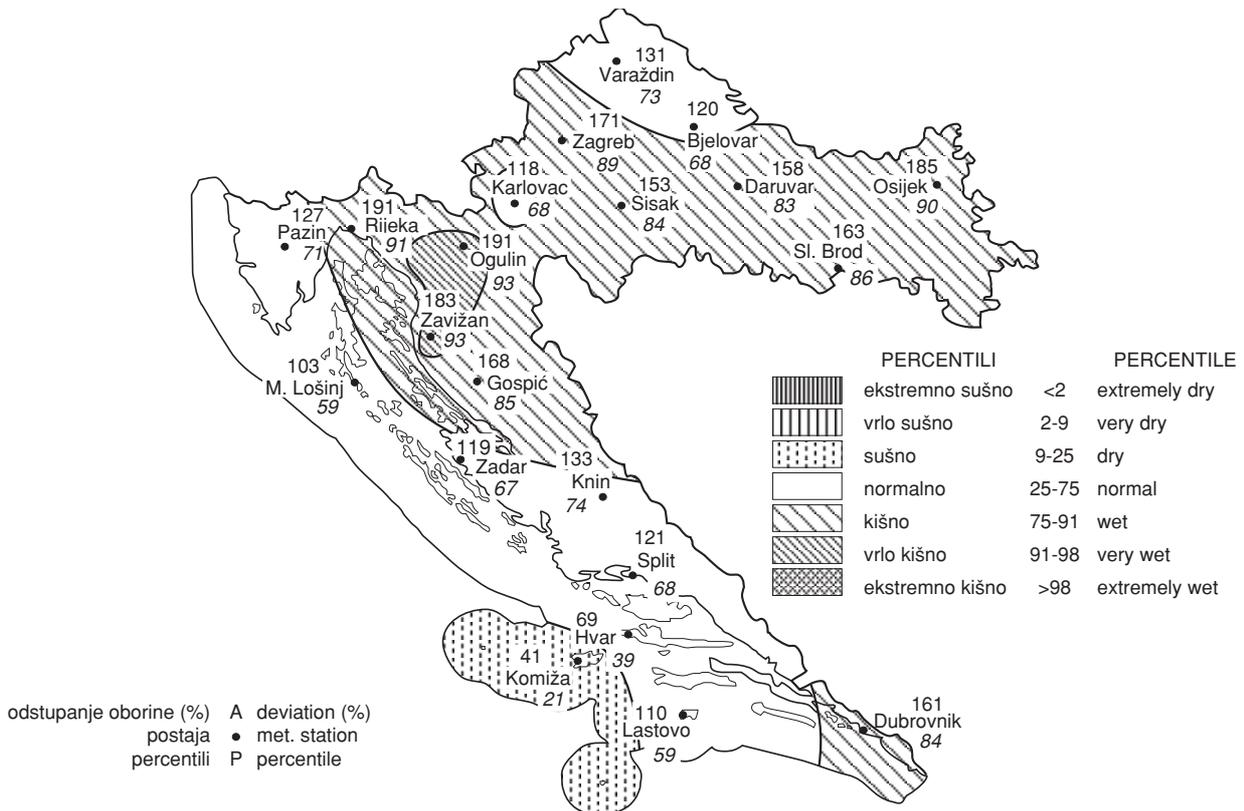
**Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u PROSINCU 1999 od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly air temperature anomalies in Croatia in DECEMBER 1999, from normals 1961-1990.**



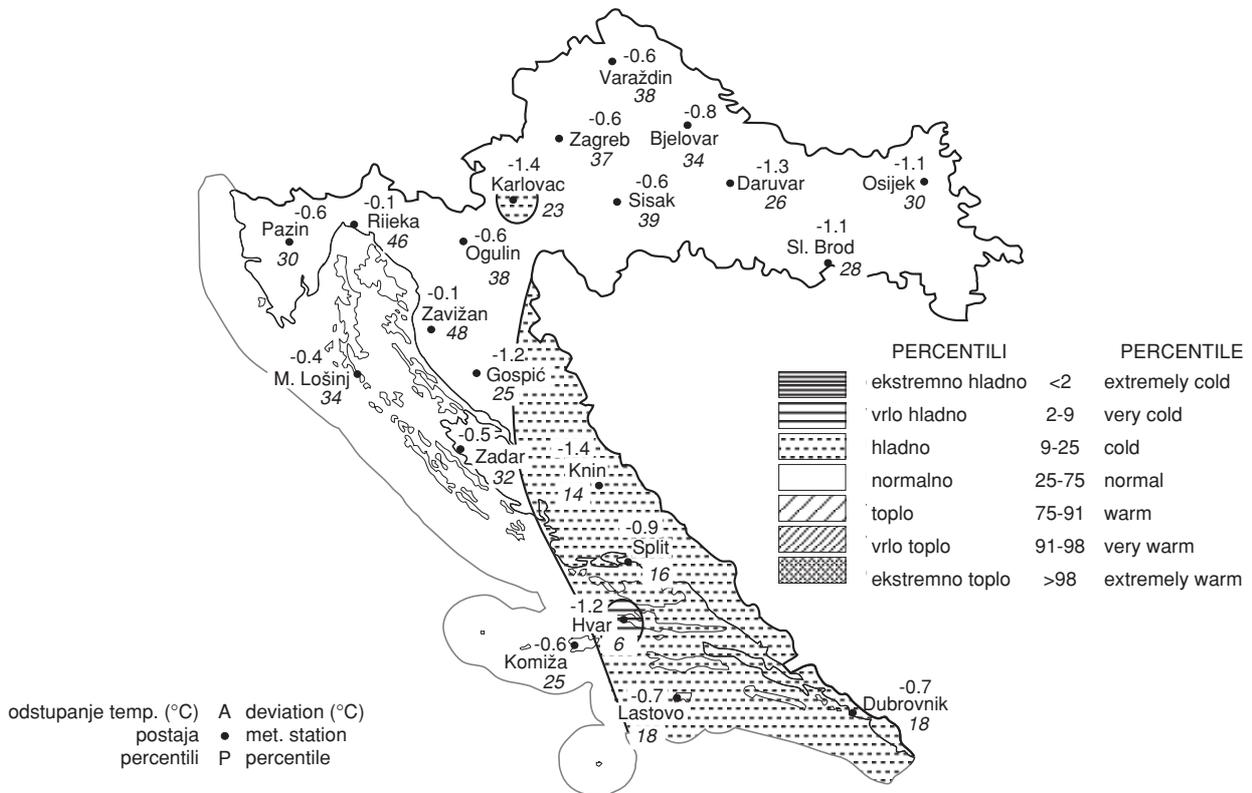
**Mjesečne količine oborine (%) u PROSINCU 1999 izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Monthly precipitation amounts of Croatia in DECEMBER 1999, expressed as percentage of normals 1961-1990.**



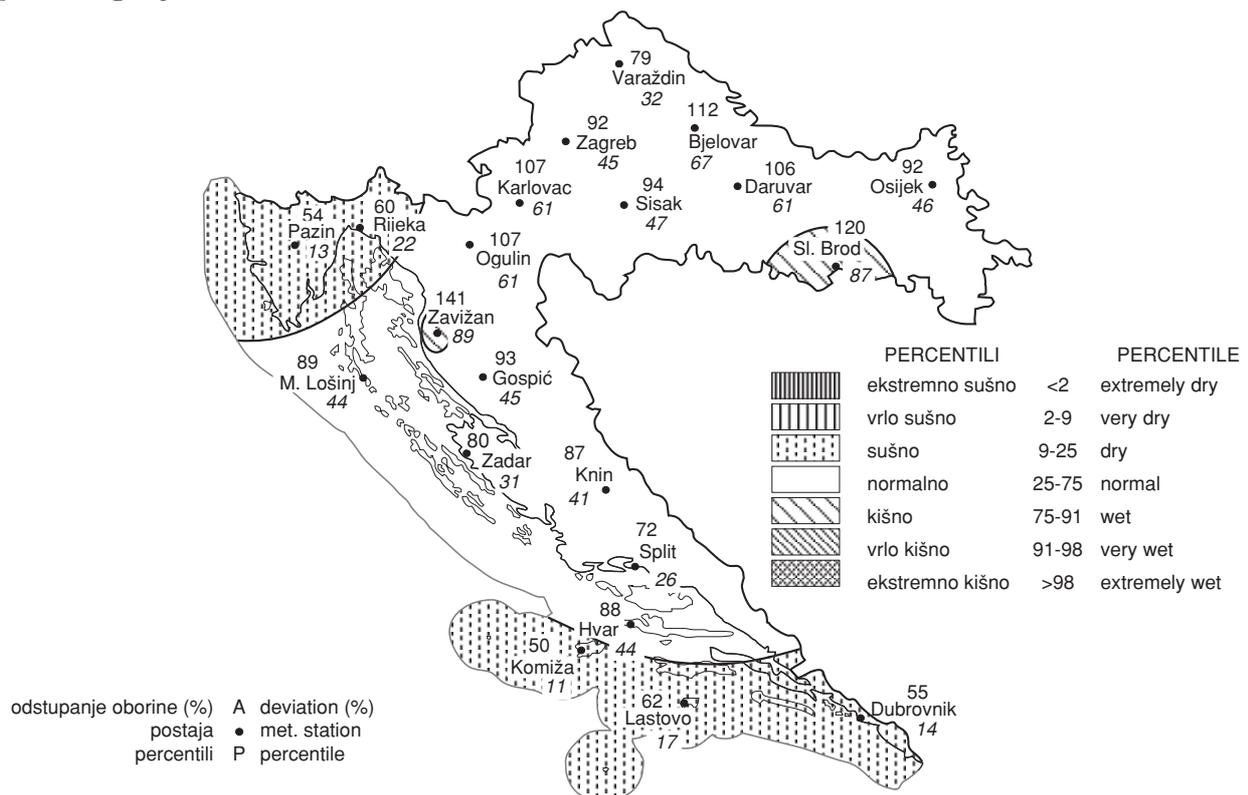
**Odstupanje srednjih sezonskih temperatura zraka (°C) za ZIMU 1998/99 (XII 1998, I i II 1999) od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Seasonal air temperature anomalies in Croatia for WINTER 1998/99 (XII 1998, I i II 1999), from normal 1961-1990.**



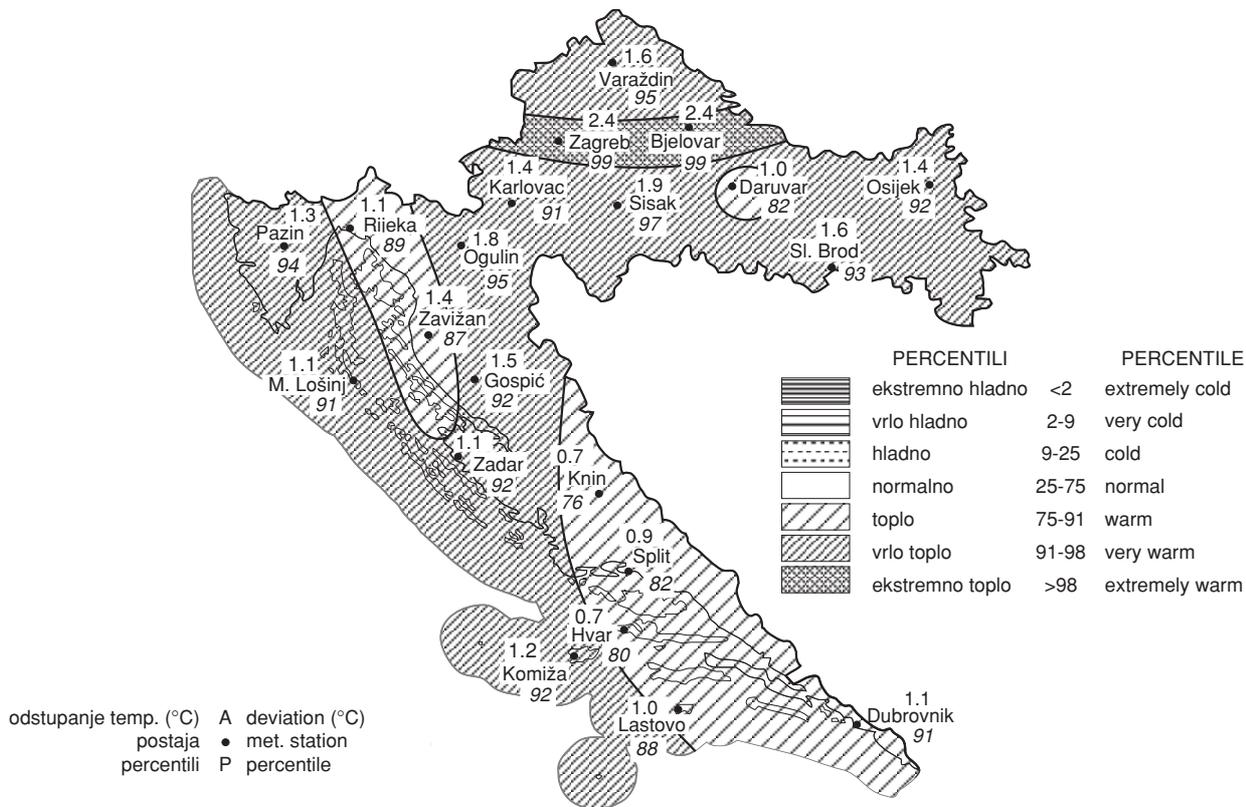
**Sezonske količine oborine (%) za ZIMU 1998/99 (XII 1998, I i II 1999) izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Seasonal precipitation amounts of Croatia in WINTER 1998/99 (XII 1998, I i II 1999) expressed as percentage of normals 1961-1990.**



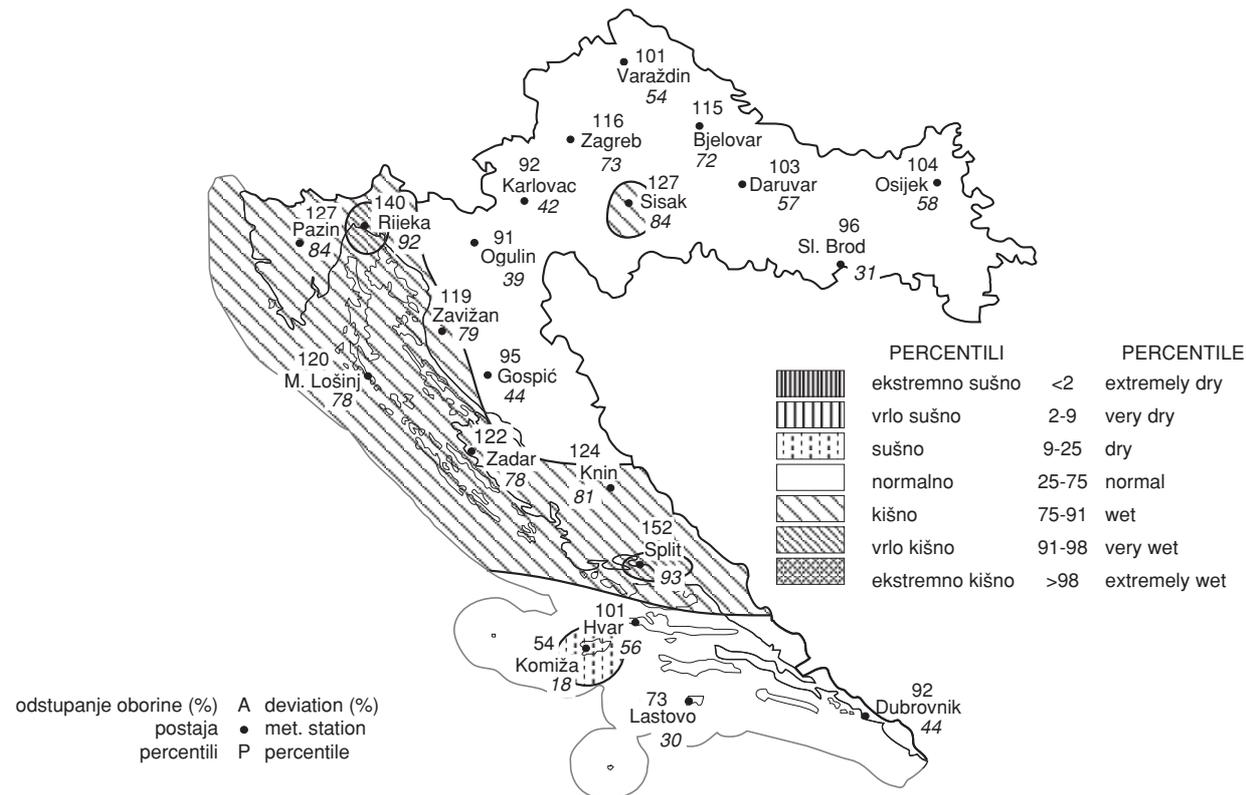
**Odstupanje srednjih sezonskih temperatura zraka (°C) za PROLJEĆE 1999 (III, IV V) od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Seasonal air temperature anomalies in Croatia for SPRING 1999 (III, IV V), from normal 1961-1990.**



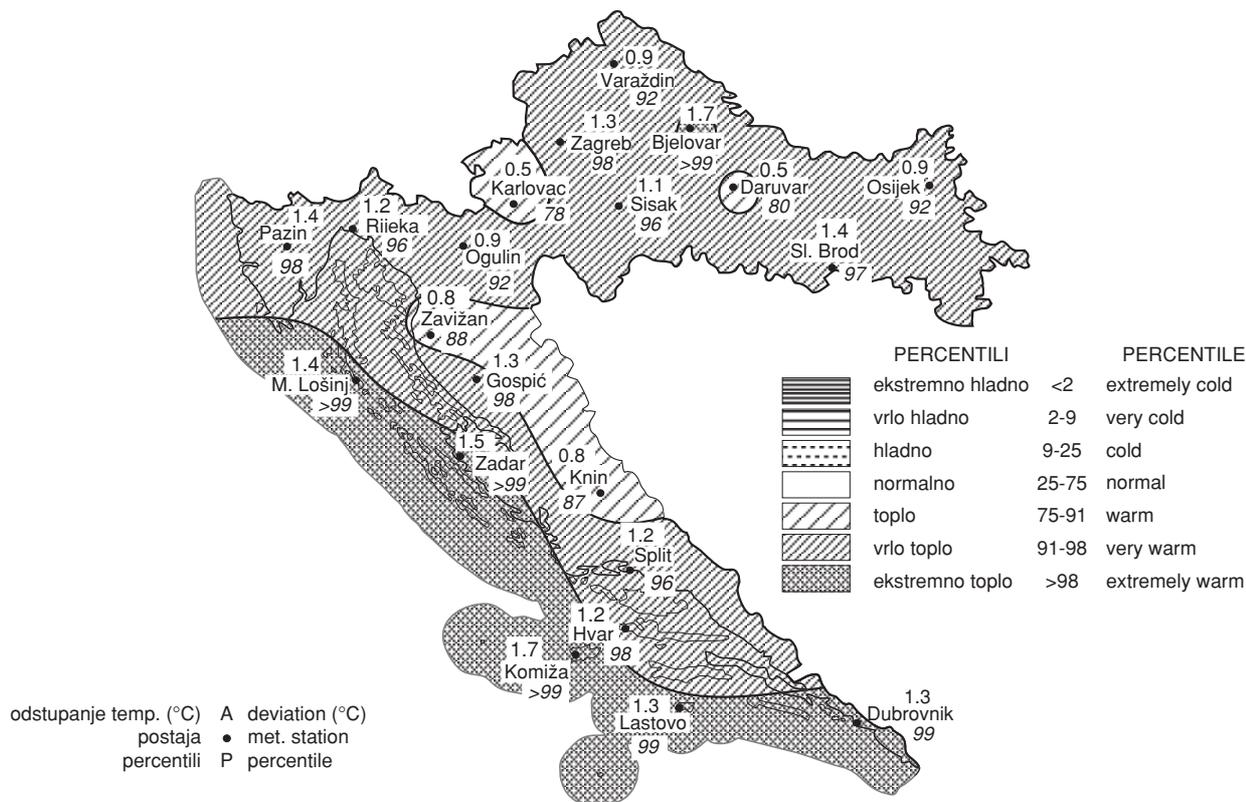
**Sezonske količine oborine (%) za PROLJEĆE 1999 (III, IV V) izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Seasonal precipitation amounts of Croatia in SPRING 1999 (III, IV V), expressed as percentage of normals 1961-1990.**



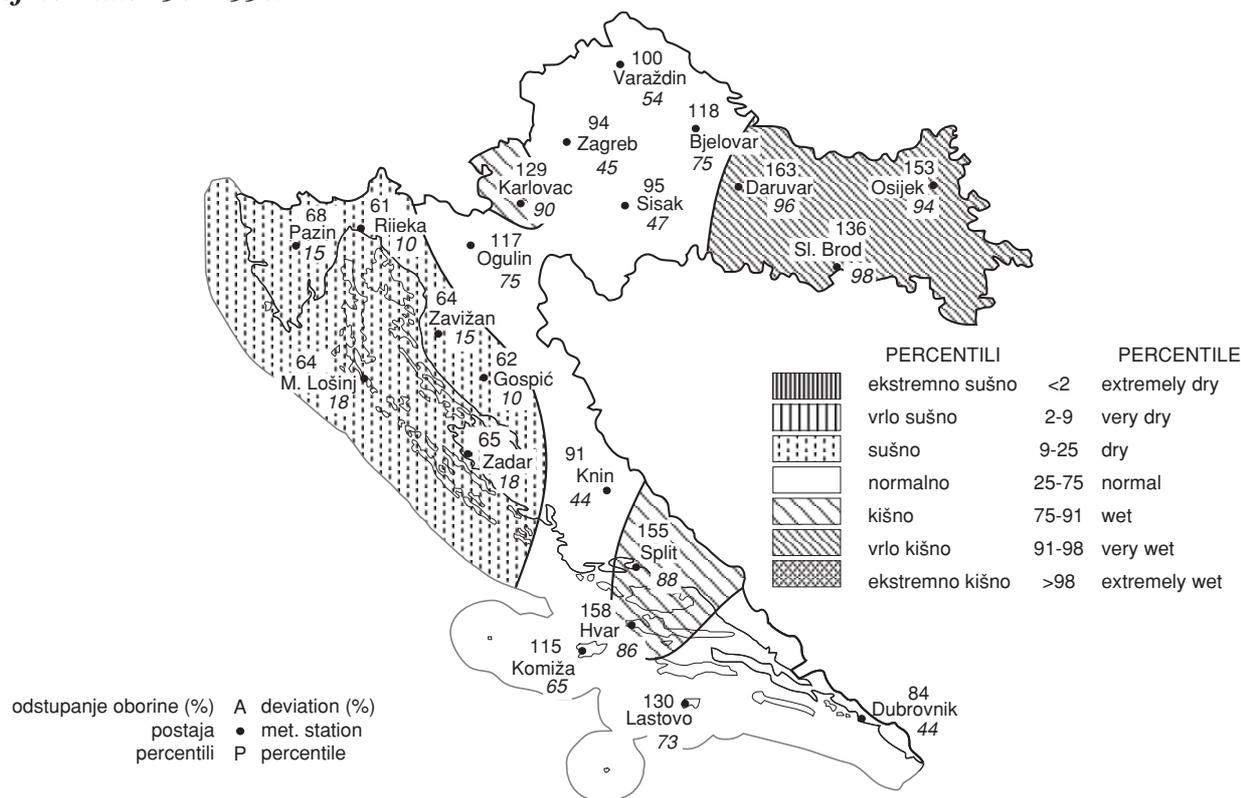
**Odstupanje srednjih sezonskih temperatura zraka (°C) za LJETO 1999 (VI, VII, VIII) od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Seasonal air temperature anomalies in Croatia for SUMMER 1999 (VI, VII, VIII), from normal 1961-1990.**



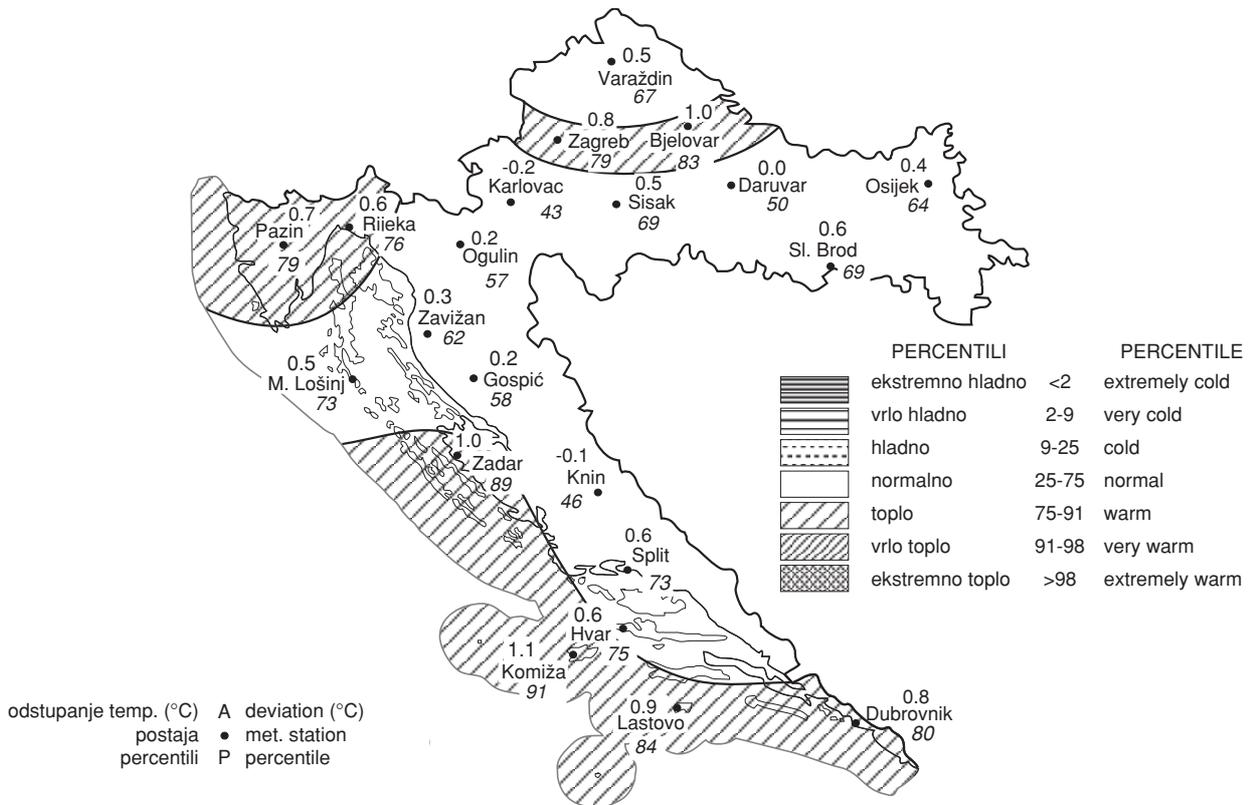
**Sezonske količine oborine (%) za LJETO 1999 (VI, VII, VIII) izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Seasonal precipitation amounts of Croatia in SUMMER 1999 (VI, VII, VIII) expressed as percentage of normals 1961-1990.**



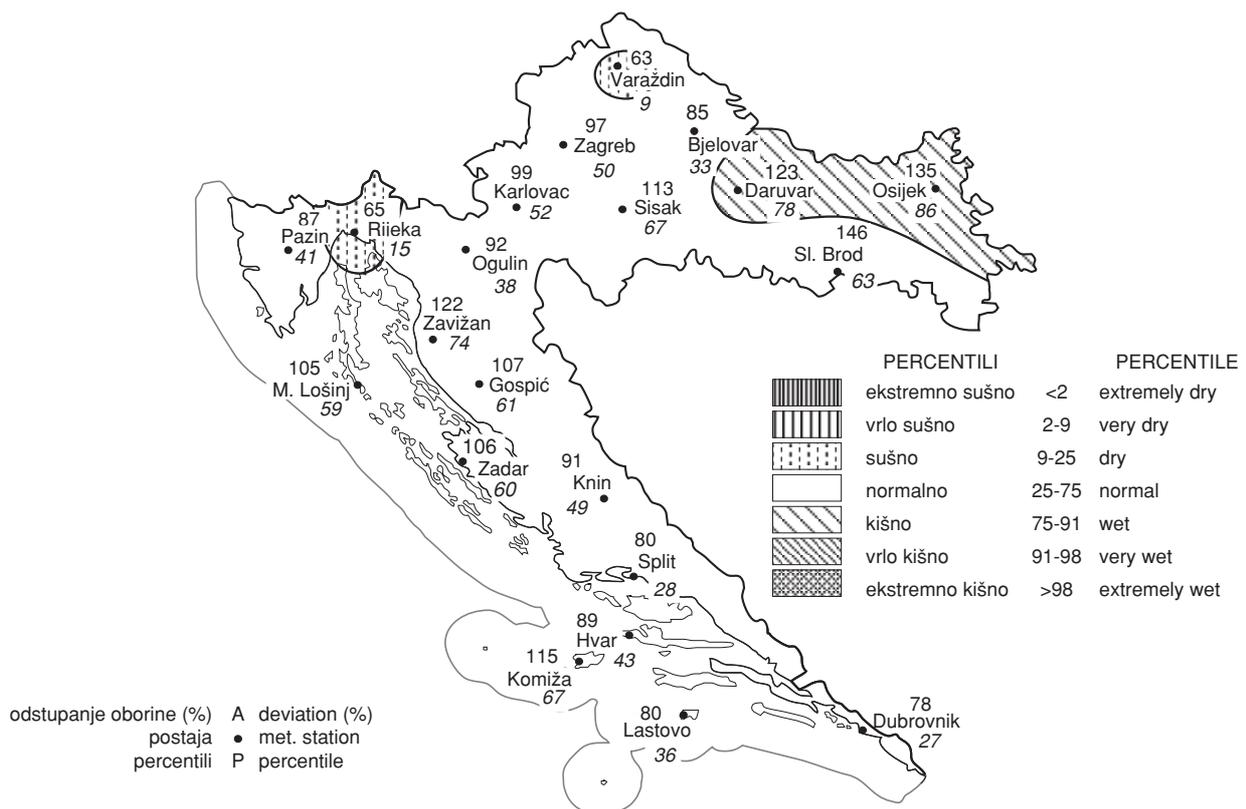
**Odstupanje srednjih sezonskih temperatura zraka (°C) za JESEN 1999 (IX, X, XI) od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Seasonal air temperature anomalies in Croatia for AUTUMN 1999 (IX, X, XI), from normal 1961-1990.**



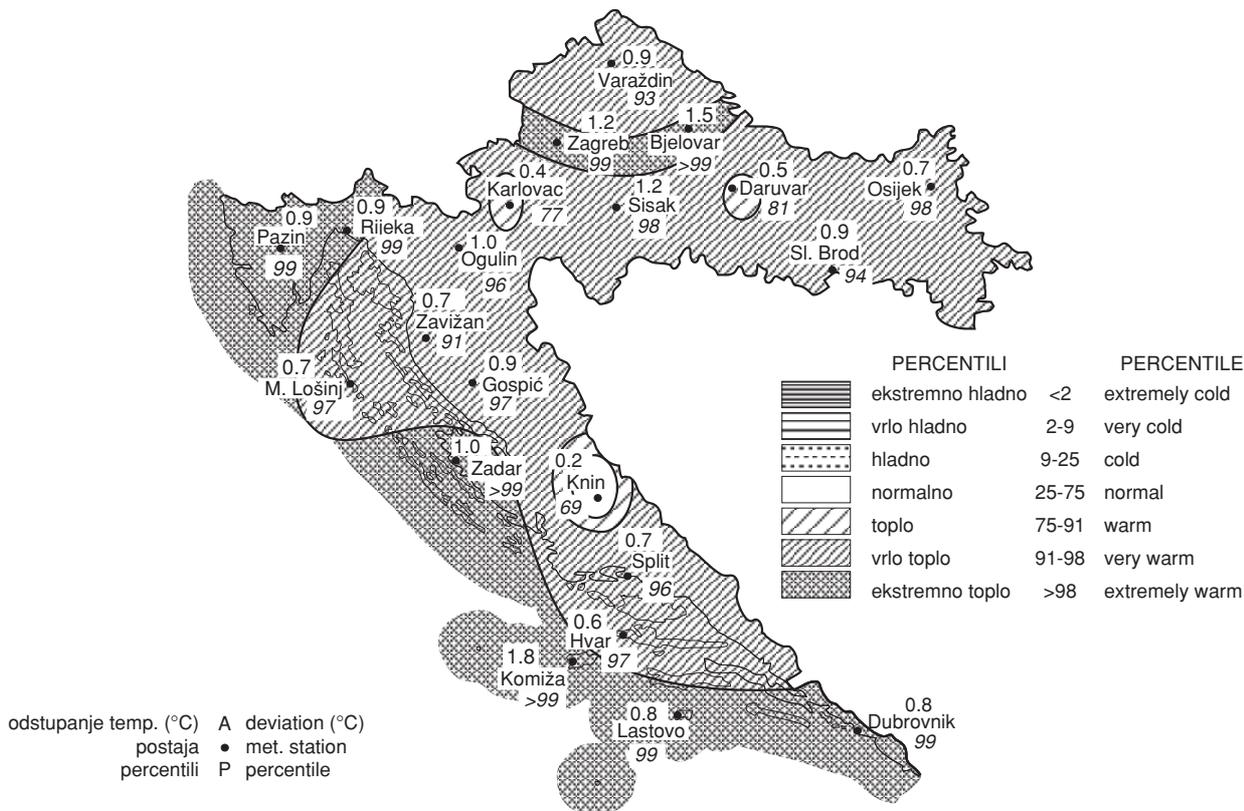
**Sezonske količine oborine (%) za JESEN 1999 (IX, X, XI) izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

**Seasonal precipitation amounts of Croatia in AUTUMN 1999 (IX, X, XI) expressed as percentage of normals 1961-1990.**



**Odstupanje srednje godišnje temperature zraka (°C) za 1999. godinu od prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

*Yearly air temperature anomalies in Croatia for 1999 year, from normals 1961-1990.*



**Godišnje količine oborine (%) za 1999. godinu izražene u % prosječnih vrijednosti (1961-1990).**

*Yearly precipitation amounts of Croatia for 1999 year, expressed as percentage of normals 1961-1990.*



## 5. NAJVAŽNIJA DOGAĐANJA NA PODRUČJU PROUČAVANJA KLIME I SUGESTIJE

Kontinuirano praćenje i proučavanje klime obavlja se u okviru Svjetske meteorološke organizacije od njenog osnutka (1873.god.)

Osnivanjem Svjetskog klimatskog programa (WCP) 1979. godine, dobiven je novi poticaj za proučavanje klime i promjene klime. U tu svrhu je 1988. ustanovljen Međuvladin sastanak o promjeni klime (IPCC), kao tijelo koje Okvirnoj konvenciji o promjeni klime (UNFCCC), koja je počela važiti 21. ožujka 1994. daje vjerodostojna znanstvena i stručna tumačenja u svezi s klimom, promjenom klime i ostalim temama vezanim za provođenje Konvencije.

U 1999. godini Svjetski klimatski program (WCP) nastavio je svoj rad prema dugoročnom planu 1996.-2005. Jedan od najvažnijih zadataka je formiranje Globalnog motriteljskog klimatološkog sustava (GCOS), koji bi obuhvatio sva područja klimatskog sustava (atmosfera, more, kopno, ledeni pokrivač). Uz to, dalje se redovito nastavlja rad na komponentama Svjetskog klimatskog programa: Klimatološki podaci i monitoring klime, Utjecaj klime na čovjeka, Utjecaj čovjeka na klimu i Znanstveno istraživanje klime.

Međuvladin sastanak o promjeni klime IPCC je u 1999. godini nastavio rad na izradi IPCC trećeg izvješća procjene koji će biti gotov u prvoj polovici 2001. Osim toga, radi na specijalnim istraživanjima koje je zatražilo Pomoćno tijelo za znanstvena i tehnološka istraživanja koje djeluje unutar okvirne konvencije o promjeni klime.

Okvirna konvencija o promjeni klime održala je svoje redovito plenarno zasjedanje (COP5 u Bonnu 25.10. do 5.11.1999.) i nastavila na sastancima pomoćnih tijela, radnim grupama (OECD, Europska unija, Kina i zemlje u razvoju, Male otočne zemlje itd.) razrađivati mehanizme za provođenje izvršenja obveza zemalja učesnica konvencije. U planu je do razdoblja 2008.-2012., smanjiti emisije CO<sub>2</sub>, 5% ispod razine 1990. (diferencirano za različite zemlje). U 2000. godini treba donijeti važne odluke u svezi mehanizama koji će omogućiti ispunjenje zacrtanih ciljeva (Konferencija učesnica COP6 u Hagu).

Na razini Hrvatske DHMZ je kontinuirano obavljao meteorološka (klimatološka mjerenja) i pratio (ocjenjivao) klimu, te sudjelovao u izradi Prvog nacionalnog izvješća (obveza u okviru Okvirne konvencije o promjeni klime - nositelj DUZPO).

Za globalnu ocjenu temperature i oborine u 1999. korišteni su podaci regionalnog centra WMO za klimatološke podatke u Asheville-u, USA, a ocjene za Hrvatsku su rezultat operativnog rada u Klimatološko meteorološkom odjelu DHMZ-a.

U planu je proširenje monitoringa klime uvođenjem ocjena klimatskih anomalija za dan, što će omogućiti odabir razdoblja za koje želimo imati ocjenu. Da bi se to ostvarilo potrebno je obaviti unos podataka povjesnih klimatoloških nizova.

Svakako bi trebalo obratiti pozornost da se ne naruši kvaliteta i količina meteoroloških podataka, tj. održavati i poboljšavati prostornu raspodjelu meteoroloških postaja, a posebno voditi računa da se prilikom uvođenja novih tehnologija mjerenja ne poremeti homogenitet dugih nizova meteoroloških podataka.

Ova publikacija daje ocjenu klimatskih anomalija za svijet i Hrvatsku na temelju izmjerenih i provjerenih meteoroloških podataka.

Takav pristup pojedinci u nekim općim diskusijama ne primjenjuju, pa dolazi do nerealnih, nepotkrijepljenih zaključaka.

Osim za akademske rasprave (na svjetskoj i drugim razinama) ove ocjene klime se koriste u svim područjima gospodarstva i ljudskog djelovanja kao realna referenca za procjenu utjecaja vremena i klime na sve ljudske djelatnosti.

## LITERATURA

- WMO, 1983: Guide to climatological practice, WMO No 100, Geneva.
- Conrad V., Pollak L. W., 1950: Methods in Climatology, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Katušin Z., Juras V., 1983: Klimatska analiza srednjih mjesečnih temperatura zraka i mjesečnih količina oborine na području Hrvatske u Specijalnom Alpex periodu; Simpozij Dinamika vjetra i strujanja u sjevernom Jadranu - Alpex rezultati, Institut za oceanografiju Split.
- Katušin Z., Juras V., 1983: Klimatska analiza srednjih mjesečnih količina oborina i srednjih mjesečnih temperatura zraka u 1983. godini na području RH; RHMZ RH Zagreb, Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u SR Hrvatskoj.
- Katušin Z., Juras V., Pandžić K., 1986: Analiza klimatskih elemenata na području SRH u 1985. godini: RHMZ RH Zagreb, Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u SRH u 1985. god.
- Katušin Z., Juras V., Pandžić K., 1988: Analiza klimatskih elemenata na području SRH u 1987. godini, RHMZ RH, Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u SRH 1987.god.
- Katušin Z., Juras V., Pandžić K., 1989: Analiza klimatskih elemenata na području SRH u 1988.god., RHMZ SRH, Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u SRH u 1988. godini.
- Katušin Z., Cividini B., Dimitrov T., Gajić-Čapka M., Hrabak-Tumpa G., Jurčec V., Juras V., Kaučić D., Lukšić I., Milković J., Pandžić K., Pleško N., Poje D., Vidić S., Vučetić M., Zaninović K., 1990.: Hrvatski klimatski program (1991-2000), RHMZ RH, Prikazi br. 6; str. 1-80.
- Katušin Z., 1991: Kontinuirana nadolazeća opasnost zbog predviđene promjene klime; Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1990. u Republici Hrvatskoj, RHMZ RH, Zagreb.
- Katušin Z., 1991: Monitoring klime na području Hrvatske, RHMZ RH, Zagreb.
- Katušin Z. et al., 1993: Croatian Climate Programme, Projects Review 1991-2000, Meteorological and hydrological Service of the Republic of Croatia, Zagreb p. 1-25.
- Galeković G., 1994: Izrada programa za obradu HRKLIMA izvještaja, DHMZ RH, stručni rad.
- Kobeščak T., 1994: Algoritam za operativno praćenje klime na temelju sustava HRKLIMA izvještaja, DHMZ RH, stručni rad.
- WMO, 1997: Annual Bulletin on the Climate in WMO Region VI - Europe and Middle East, European Climate Support Network, DWD Hamburg.
- Katušin Z., 1999: Klimatske anomalije temperature i oborina u Hrvatskoj za 1998. godinu, Prikazi br. 8, DHMZ, Zagreb.
- Srnc L., 1998: Analiza klimatskih anomalija na području Hrvatske u 1997 godini; Izvan. met. i hidrol. prilike u Hrvatskoj u 1997 godini, DHMZ.
- Bilten iz područja meteorologije, hidrologije i zaštite čovjekova okoliša 1999., br. 1-10, DHMZ, Zagreb.
- WMO, World Climate Programme, 1997: Climate System Monitoring, WMO Secretariat, Geneva, Monthly Bulletin (I-X).
- WMO, 1995: The World Climate Programme, 1996-2005; WMO/TD-No.701, Geneva
- IPCC, 1998: The Regional Impacts of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
- NOAA, 2000: Climate of 1999, Annual Review; National Climatic Data Center, Asheville, USA
- Hadley Centre 1995: Modeling Climate Change, 1860-2050, The Met. Office, Bracknell, UK.
- European Climate Support Network 1995: Climate of Europe, KNMI, De Bilt, Netherland.

**PRILOG 1**

**ANNEX 1**

**RAZVOJ KLIMATSKIH SCENARIJA  
(korištenih u procjeni utjecaja klime)**

**CLIMATE SCENARIOS DEVELOPMENT  
(Used in Climate Impact Assessment)**

Zagreb, siječanj 2000.

Zagreb, January 2000

## 7. DEFINICIJA I PRIRODA KLIMATSKIH SCENARIJA

Klimatski scenarij može se odnositi na rekonstrukciju klime u prošlosti te na scenarij klime u budućnosti.

Definicija klimatskog scenarija koji se odnosi na budućnost (IPCC):

**Klimatski scenarij** je vjerojatna (ili najviša moguća) predodžba buduće klime koja je u skladu s našim razumijevanjem utjecaja porasta plinova staklenika i drugih onečišćivača na sustav zemlja-ocean-atmosfera (klimatski sustav).

To je dosta široka definicija pa se definira i projekcija klime kao (IPCC WGI):

**Projekcija klime** je odgovor klimatskog sustava na scenarij emisija plinova staklenika i aerosola, simuliranih klimatskim modelom.

Treba razlikovati pojmove scenarij promjene klime i klimatski scenarij.

**Scenarij promjene klime** je razlika između neke vjerojatne buduće klime i postojeće klime (obično predstavljene u klimatskom modelu).

Za istraživanje utjecaja promjene klime potrebno je korištenje sadašnje klime i najmanje jednog klimatskog scenarija. Razlika između sadašnje i buduće klime određuje utjecaj promjene klime.

Klimatski scenarij nije pretkazivanje ili prognoza budućeg stanja atmosfere i oceana i pitanje je kako se on može koristiti u procjeni utjecaja promjene klime.

Prava svrha klimatskog scenarija je da osvijetli nepouzdanosti. Klimatski scenariji pomažu u istraživanju mogućih "grananja" klimatskih promjena na okoliš i druge sustave važne za ljudsko društvo.

Klimatski scenariji se koriste u procjeni utjecaja klime na pojedina područja i za ukupne, globalne procjene.

U prijašnjim razdobljima analize utjecaja klimatskih promjena rađene su razmatranjem osnovnih varijabli: maksimuma i minimuma temperature, oborine, sunčevog zračenja, relativne vlažnosti i smjera i brzine vjetra. Svakako je važno uključiti i druge varijable i to: koncentraciju CO<sub>2</sub>, led u moru, morsku razinu i olujne valove.

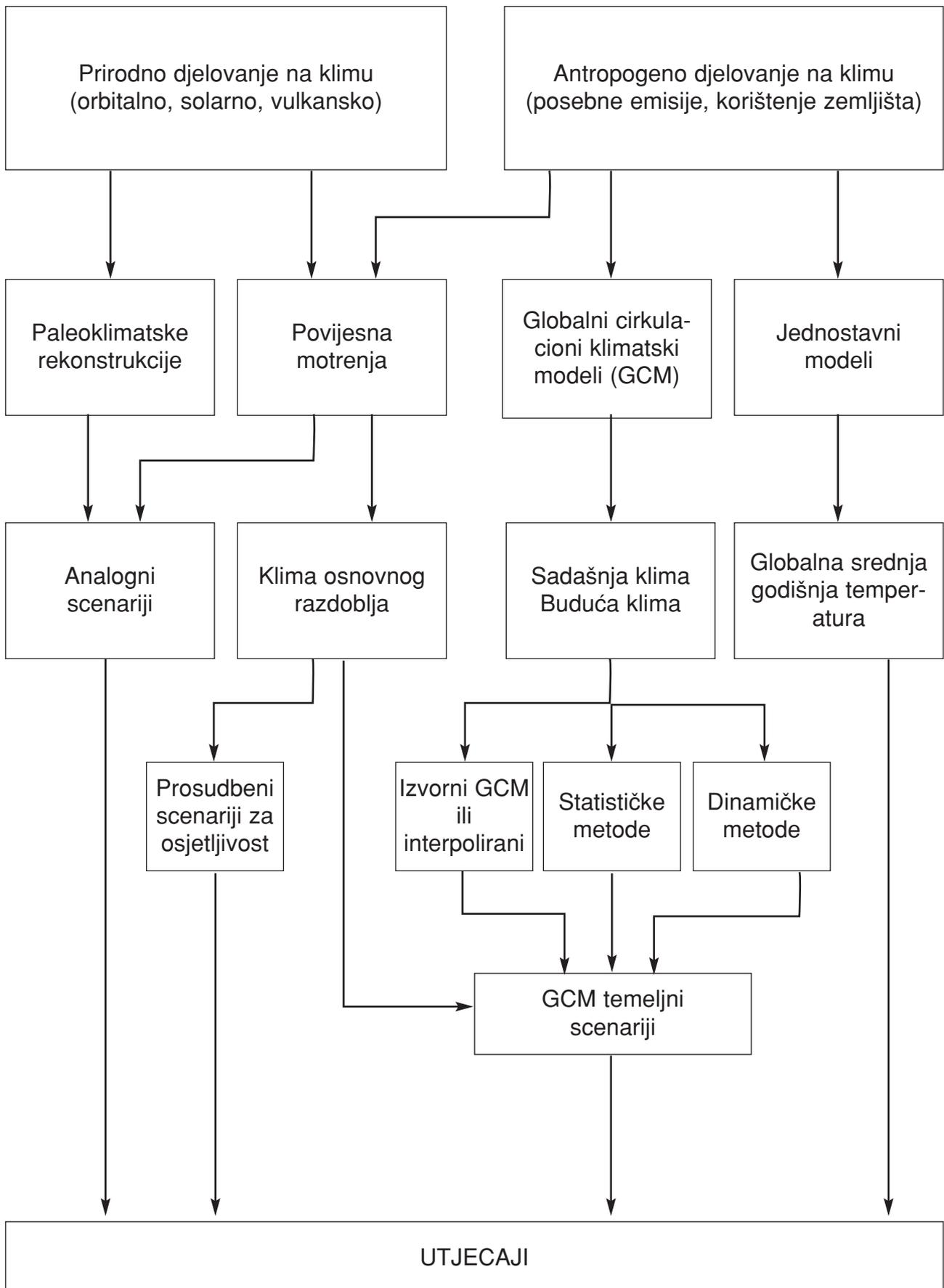
Općenito s gledišta utjecaja, obično je poželjno imati regionalne detalje o promjeni klime i imati mnijenje kako se klimatska varijabilnost (od kratke do duge vremenske skale) može mijenjati.

Druga važna potreba u scenarijima su odgovarajuće kvantitativne mjere nepouzdanosti. Izvora nepouzdanosti ima mnogo (npr. različite trajektorije emisije plinova staklenika u budućnosti, različiti klimatski modeli za date scenarije emisija i koncentracija do toga koliko su detaljno izrađene informacije iz rezultata globalnih klimatskih modela).

## 8. IZVORI INFORMACIJA O PROMJENI KLIME POTREBNI ZA RAZVOJ SCENARIJA

Klimatski scenariji su razvijeni i primjenjivani upotrebom informacija o prošlosti, sadašnjoj i projiciranoj budućoj klimi.

Za izradu klimatskih scenarija za upotrebu u procjeni utjecja koriste se izvori podataka:



Postoji mnogo scenarija koji su primjenjivani za procjenu utjecaja

## **8.1. Scenariji umjetnog prirasta za proučavanje osjetljivosti (Scenariji prirasta)**

Scenariji umjetnog prirasta opisuju tehnike kojima se pojedinačni klimatski elementi mijenjaju prirastom u stvarnim a ponekad i iskustveno određenim iznosima. Primjer za to je odgovor modela prirasta žitarica na sistematske promjene temperature i oborine u odnosu na dugogodišnji srednjak na trodimenzionalnoj skali. Na taj način se može identificirati kritičan prag ili diskontinuitet koji odgovara određenim promjenama klime.

Ovi scenariji prirasta (Incremental scenarios) se obično primjenjuju za istraživanje sustava osjetljivosti prije primjene više vjerodostojnih scenarija temeljenih na modelima.

## **8.2. Scenariji analogije (sličnosti)**

Scenariji analogije su izrađeni određivanjem zabilježenih klimatskih režima koji mogu sličiti budućoj klimi za dato područje. I prostorne i vremenske analogije upotrebljavane su u konstrukciji klimatskih scenarija.

- **Prostorne analogije**

Prostorne analogije su područja koja danas imaju klimu koju bi trebalo u budućnosti imati područje koje se promatra.

Primjer: Bergthorsson i drugi (1988) je koristio sjevernu Britaniju kao prostornu analogiju za moguću buduću klimu iznad Islanda, da projecira buduću rast trave na Islandu. Prostorne analogije su također korištene upotrebom visinskih gradijenata da se projecira sastav vegetacije, stanje snijega za skijanje i rizik lavina.

- **Vremenske analogije**

Vremenske analogije upotrebljavaju klimatske informacije iz prošlosti kao analogiju moguće klime u budućnosti. Postoje dva tipa: paleoklimatske analogije i analogije temeljene na instrumentalno mjerenim podacima.

- **Paleoklimatske analogije**

Paleoklimatske analogije su temeljene na rekonstrukciji prošlih klima evidentiranjem fosila, npr. biljnih ili životinjskih ostataka i sedimentnih nanosa. Tri razdoblja su privukla posebnu pažnju (Budyko, 1989; Shabalova i Können, 1995): srednji holocen (5000 do 6000 godina BC), posljednje međuledeno doba (125 000 godina BC) i pliocen (tri do četiri milijuna godina BC). Za vrijeme tih razdoblja globalne temperature za najmanje neke sezone u odnosu na sadašnje stanje mogle su biti slične promjenama koje se očekuju tijekom 21. stoljeća.

Te metode su najviše korištene u Rusiji i istočnoj Europi. Glavna primjedba je da uzroci promjena klime u prošlosti vjerojatno nisu isti kao ovi koji se očekuju tj. pojačan učinak staklenika.

- Instrumentalno temeljene analogije

Razdoblje zatopljenja na globalnoj skali može se upotrijebiti kao analogija za ustanovljenje povećanja globalne temperature zbog utjecaja plinova staklenika. Takvi scenariji su obično izrađivani određivanjem razlika između regionalne klime tijekom toplog razdoblja i dugogodišnjeg srednjaka ili sličnosti izabраних hladnih razdoblja. Alternativni pristup je određivanje razdoblja u prošlosti na temelju ne samo opaženog klimatskog stanja nego i zabilježenih utjecaja, npr. prirasta drveća, zaleđivanja rijeka i sl. Kao analogija primjenjivana su i u prošlosti osmotrena atmosferska cirkulaciona polja.

### **8.3. Scenariji temeljeni na izlaznim rezultatima klimatskih modela**

Klimatski modeli na različitim skalama i razinama kompleksnosti su najveći izvor informacija za konstrukciju scenarija. Na globalnoj skali su opći cirkulacioni modeli (General circulation models GCMs) i niz jednostavnih modela. Na regionalnoj skali ima nekoliko metoda za dobivanje informacija na skali s većom rezolucijom nego što je korišteno za potrebe Općeg cirkulacionog modela (GCM).

#### 8.3.1. Scenariji izvedeni iz općih cirkulacionih modela

Najveći broj sadašnjih metoda razvijanja klimatskih scenarija za kvantitativnu procjenu utjecaja uključuje upotrebu rezultata Globalnih cirkulacionih modela (GCM). Oni su jedini vjerodostojni alat, za sada na raspolaganju za simuliranje odgovora Globalnog klimatskog sustava na porast koncentracije plinova staklenika. Svi modeli su najprije izrađeni s pretpostavkom konstantnog sastava atmosfere za sadašnje stanje ili za prijeindustrijsko vrijeme. Globalni cirkulacioni modeli su bili korišteni za izvođenje dvaju tipova pokusa (eksperimenta) za ustanovljavanje buduće klime: pokusi ravnotežnog odaziva i pokusi prolaznog (kratkotrajnog) odaziva.

##### 8.3.1.1. Pokusi ravnotežnog odaziva

Verzije gotovo svih GCM-a korištene su za proračun ravnotežnog odaziva (novo stabilno stanje) globalne klime, slijedeći istovremeni porast (obično dvostruki) atmosferske koncentracije CO<sub>2</sub> ili njegovih radiativnih ekvivalenata, svih plinova staklenika.

Sva ranija istraživanja procjene utjecaja (1980) bila su temeljena na pokusima ravnotežnog odaziva (Emanuel i dr. 1985; Rosenzweig, 1985; Gleick, 1986). Jedno unapređenje tih scenarija je da polje promjene klime koje su oni dobili predstavlja signal odaziva na antropogeni utjecaj bez kontaminirajućeg utjecaja međudekadnog šuma. Ti scenariji ne mogu biti realistični jer ne uključuju promjene u sastavu atmosfere. Oni ne daju eksplicitnu informaciju o vremenu realizacije iako je vremenska zavisnost bila uvedena u nekim studijama uzimajući 2xCO<sub>2</sub> polja na temelju srednje globalne temperature simulirane iz jednostavnih klimatskih modela (Santer i dr. 1990.). Ti pokusi ostaju korisni u provođenju istraživanja razvoja scenarija (Mearns, 2000).

### 8.3.1.2. Pokusi kratkotrajnog odaziva

Uvođenjem (prolaznog) polja kroz postupne promjene u sastavu atmosfere u klimatske scenarije, upotrebom izlaznih rezultata visoko razrađenih združenih (zajedničkih) modela atmosfera ocean (AO) GCMs od 1990. došlo je do novog napredovanja (Gates 1992). Kratkotrajne GCM simulacije razvijane su do danas, uzimajući u obzir doprinos povjesnog "nagomilavanja plinova staklenika" (takozvani "hladni početak"/cold start/ problem - Hasselmann i dr. 1993.).

Skorašnje "topli početak" ("warm start") AOGCM simulacije počinju modeliranje povjesnog prisilnog djelovanja plinova staklenika i aerosola od 19. stoljeća, omogućujući usporedbu između modelirane i opažene klime u tom razdoblju. Izravni utjecaji regionalnog punjenja atmosfere aerosolima proizvode negativno prisilno djelovanje (hlađenje) na globalnu klimu. Simulacije su nastavljene za u budućnosti pretpostavljene, scenarije budućeg sastava atmosfere. Najnovije studije utjecaja globalne klime na Zemlju i čovjekove aktivnosti koriste klimatske scenarije temeljene na tom tipu klimatskih modela (Neilson 1998; Downing i dr. 1999.).

Višestruke ili "ensemble" (sve najednom) simulacije su također korištene za neke modele (Cubash i dr. 1994; Mitchell i dr. 1999.) proračuna bitnih neodređenosti buduće klime. Bili su razvijani scenariji procjene utjecaja temeljeni na takvim simulacijama u vezi s modelom ustanovljenim višedekadnom prirodnom klimatskom varijabilnošću (Hume i dr. 1999.).

Ima nekoliko ograničenja koja smanjuju korisnost AOGCM rezultata za procjenu utjecaja:

- i) potrebni su veliki "resursi" za izvođenje GCM simulacija i spremanje rezultata koji ograničavaju područje pokusa (npr. područje pretpostavljenog prisilnog djelovanja zračenja)
- ii) njihova gruba prostorna rješenja u odnosu na skalu mnogih utjecaja
- iii) teško razlikovanje antropogenog signala od šuma prirodnog unutrašnjeg modela varijabilnosti.
- iv) razlika u klimatskoj osjetljivosti između modela

### 8.3.2. Scenariji izvedeni iz jednostavnih klimatskih modela

Jednostavni klimatski modeli su pojednostavljeni opći (globalni) modeli koji mogu oponašati način rada AOGCM-a. Oni imaju unapređenje da višestruke simulacije mogu biti upravljane vrlo brzo, za pretraživanje klimatskih djelovanja alternativnih scenarija prisilnog djelovanja zračenja, klimatske osjetljivosti i drugih parametriziranih neizvjesnosti (IPCC, 1997.). Rezultati tih modela bili su korišteni u svezi s GCM informacijama koje predstavljaju neizvjesnosti u budućim projekcijama, "skaliranjem" polja klimatskih promjena dobivenih iz GCM-a u odnosu na niz promjena globalnih temperatura iz jednostavnih modela (Santer i dr. 1990; Hulme i dr. 1995.; Carter i dr. 1996.). Oni su također korišteni za konstrukciju regionalnih scenarija stabilizacije plinova staklenika (Gyalistras i Fischlin, 1995.). Jednostavni modeli su također korišteni u nekim integriranim modelima procjene (IAMs). Ti modeli pokušavaju predočiti višestruke interakcije i povratna djelovanja između različitih globalnih promjena (npr. između zemaljske biosfere i klime) koje su često opisane u AOGCM-a. Zbog toga, klimatske promjene dobivene iz IAM-a, čak za iste globalne scenarije emisija, ne mogu biti usporedive s onima dobivenim iz AOGCMa ili jednostavnim modelima.

### 8.3.3. Scenariji izvedeni iz podsustava finije mreže GCM-a

Mnoge procjene utjecaja događaju se na prostorno mnogo manjoj skali nego što su rješenja GCM-a. Posljednjih godina razvijeno je niz tehnika radi dobivanja informacija na podsustavu finije mreže GCM-a. U njih su uključeni:

- Pokusi atmosferskog općeg cirkulacionog modeliranja (AGCM) s visokim i promjenljivim vremenski "odrezanim" razlučivanjem - rezultati tog tipa pokusa malo su bili korišteni u procjenama utjecaja;
- Numeričke simulacije s regionalnim klimatskim modelima (RCM), koji su izvođeni za područje s manjim razlučivanjem od GCM-a i uključivanjem rezultata veće skale cirkulacije (GCMs). Rezultati RCM-a počeli su se prilagođavati u procjeni utjecaja od 1998. (Mearus i dr. 1998, 1999; Wang 1999; Hassall i dr. 1998.).
- Statističke tehnike koje uključuju određivanje buduće lokalne klime iz cirkulacije velike skale dobivene iz GCM-a, upotrebom veze između velike i male skale utemeljene za današnje stanje. Ove metode su primjenjene u nekim sadašnjim studijama utjecaja (Salthun i dr. 1998.; Hay i dr., 1999.).

### 8.4. Ostali tipovi scenarija

Dva dodatna tipa scenarija, oba na subjektivnoj bazi su također prihvaćena u studiranju utjecaja. Prvi tip uključuje ekstrapolaciju postojećeg trenda klime koji je opažen u nekim područjima (npr. srednje zatopljenje, otklon dnevne amplitude temperature) i pokazivanje da je to u skladu s predviđenom promjenom klime na temelju modela. (Jones i dr. 1999.). Očita je opasnost u odnosu na ekstrapolirane trendove, uključujući pretpostavku da su sadašnji trendovi uzrokovani antropogenim utjecajem više nego prirodnom varijabilnošću. Ako sadašnji trend u klimi ide strogo u jednom smjeru, teško je obraniti vjerodostojnost scenarija ako je trend u suprotnom smjeru, posebno za projekcije u kratkom razdoblju.

Subjektivna metoda razvoja klimatskog scenarija uključuje upotrebu prosudbe eksperta meteorologa-klimatologa za ustanovljavanje buduće promjene klime, (srednje stanje i područje neizvjesnosti, te vjerojatnosti) i provjeru rezultata budućih promjena. Te metode se obično primjenjuju za dobivanje općih scenarija za velika geografska područja i imaju ograničenu upotrebu u detaljnim regionalnim procjenama utjecaja. Svako izražavanje buduće klime probablističkim načinom će sadržavati neke elemente subjektivne prosudbe.

## 9. ZAKLJUČAK

Za sve koji rade ili se koriste klimatskim scenarijima IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) je izradio pregled razvoja klimatskih scenarija i modela koji su upotrebljavani i koji se upotrebljavaju za procjenu utjecaja promjene klime. Osim na pregled scenarija svakako treba obratiti pažnju na definiranje osnovne linije (baseline) i izbor osnovnog razdoblja (baseline period) promatranja, scenarija sa pojačanim prostornim i vremenskim razlučivanjem, detaljnom prikazu nepouzdanosti klimatskih scenarija i konzistentnosti komponenata.

Ovdje nije detaljno objašnjena fizikalna struktura modela: hierarhijski modeli, združeni klimatski modeli njihovih komponenata, zavisnosti od rezolucije te njihova povezanost sa varijabilnošću klime, atmosferskim pojavama i ekstremnim događajima.

Ovaj pregled ukazuje na različite mogućnosti pristupa izradi klimatskih scenarija, zavisno od raspolaganja resursima za provođenje, od općih klimatskih scenarija do jednostavnih primjena izlaznih rezultata tih modela za određena područja.

Bez obzira koji način izrade scenarija i koji model za dobivanje scenarija se upotrijebi sigurno je da će daljnja istraživanja čiji će se prvi rezultati službeno objaviti u Trećem IPCC izvješću procjene, donijeti nova poboljšanja koja će voditi prema željenom cilju, a to je izrada vjerodostojnih klimatskih scenarija koji će biti dobra podloga za korištenje u scenarijima procjene utjecaja promjene klime, globalno za Zemlju, regionalno za uža područja, i posebno, za sve ljudske aktivnosti.

## 10. LITERATURA

- Alcamo, J., E. Kreileman, M. Kroel, R. Leemans, J. Bollen, J. van Minnen, M. Schaeffer, S. Toet, and B. de Vries, 1998: Global modelling of environmental change: an overview of IMAGE 2.1. In: Global change scenarios of the 21st century [Alcamo, J., R. Leemans and E. Kreileman (eds.)]. Elseviers Science, London, pp. 3-94.
- Bergrhórsson, P., H. Björnsson, O. Dórmundsson, B. Gudmundsson, A. Helgadóttir, and J.V. Jónmundsson, 1988: The effects of climatic variations on agriculture in Iceland. In: The Impact of Climatic Variations on Agriculture, Volume 1, Assessments in Cool Temperate and Cold Regions [Parry, M.L., T.R. Carter, and N.T. Konijn (eds.)]. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 381-509.
- Budyko, M.I., 1989: Empirical estimates of imminent climatic changes. *Soviet Meteorology and Hydrology*, 10, 1-8.
- Carter, T.R., M. Parry, S. Nishioka, and H. Harasawa, 1996b: Technical Guidelines for assessing climate change impacts and adaptations. In: *Climate Change 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analysis* [Watson, R.T.C. Zinyowere and R.H. Moss (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 823-833.
- Cubasch, U., B.D. Santer, A. Hellbach, G. Hegerl, H. Höck, E. Maier-Reimer, U. Mikolajewicz, A. Stössel, and R. Voss, 1994: Monte Carlo climate change forecasts with a global coupled ocean-atmosphere model. *Climate Dynamics*, 10, 1-19.
- Downing, T.E., P.A. Harrison, R.E. Butterfield, and K.G. Lonsdale (eds.), 1999: *Climate Change, Climatic Variability and Agriculture in Europe: An Integrated Assessment*. Research Report No. 21, Environmental Change Unit, University of Oxford, Oxford, UK (in press).
- Emanuel, W.R., H.H. Shugart, and M.P. Stevenson, 1985: Climatic change and the broad-scale distribution of terrestrial ecosystem complexes. *Climatic Change*, 7, 29-43.
- Gates, W.L., 1985: The use of general circulation models in the analysis of the ecosystem impacts of climatic change. *Climatic Change*, 7, 267-284.
- Gates, W.L., J.S. Boyle, C. Covey, C.G. Dease, C.M. Doutriaux, R.S. Drach, M. Fiorino, P. Gleckler, J.J. Hnilo, S.M. Marlais, T.J. Philips, G.L. Potter, B.D. Santer, K. Sperber, K.E. Taylor, and D.N. Williams, 1999: An overview of the results of the Atmospheric Model Intercomparison Project (AMIP 1). *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 80, 29-56.
- Gleick, P.H., 1986: Methods for evaluation the regional hydrologic impacts of global climatic changes. *J. Hydrol.*, 88, 97-116.
- Hassall and Associates, 1998: *Climate Change Scenarios and Managing the Csarce Water Resources of the Macquarie River*. Australian Greenhouse Office, Canberra.
- Hasselmann, K., R. Sausen, E. Meier-Reimer, and R. Voss, 1993: On the cold start problem in transient simulations with coupled atmosphere-ocean models. *Climate Dynamics*, 9, 53-61.
- Hay, E.L., R.B. Wilby, and G.H. Leavesy, 1999: A Comparison of Delta Change and Downscaled GCM Scenarios: Implications for Climate Change Scenarios in Three Mountainous Bbasins in the United States. Proceedings of the AWRA Speciality conference on Potential Consequences of Climatic Variability and Change to Water Resources of the United States. PLACE, DATE, xx pp.

- Hulme, M. and T.R. Carter, 1999a: Representing uncertainty in climate change scenarios and impact studies. In: ECLAT-2 Red Workshop Report [Hulme, M. and T. Carter (eds.)]. Climatic Research Unit, Norwich (in press).
- Hulme, J., T. Jiang, and T.M.L. Wigley, 1995a: SCENGEN: A Climate Change SCENario GENERator, Software User Manual, Version 1.0. Climatic Research Unit, University of East ANglia, Norwich, 38 pp.
- Hulme, M., S.C.B. Raper, and T.M.L. Wigley, 1995b: An integrated frameword to address climate change (ESCAPE) and further developments of the global and regional climate modules (MAGIC). *Energy Policy*, 23, 347-355.
- IPCC, 1992: Preliminary Guidelines for Assessing Impacts of Climate Change [Carter, T.R., M.L. Parry, S. Nishioka, and H. Harasawa (eds.)]. Prepared by Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Gorup II for WMO and UNEP, Environmental Change Unit.
- IPCC, 1994: IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations. Prepared by Working Group II [Carter, T.R., M.L. Parry, H. Harasawa, and S. Nishioka] and WMO/UNEP. CGER-IO15-'94. University College London, UK and Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan, 59 pp.
- IPCC, 1997: An introduction to simple climate models used in the IPCC Second Assessment Report [Harvey, L.D., J. Gregory, M. Hoffert, A. Jain, M. Lal, R. Leemans, S. Raper, T. Wigley and J. de Wolde]. IPCC Technical Paper 2, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, 50 pp.
- Jones, R.N., K.J. Hennessy, C.M. Page, A.B. Pittock, R. Suppiah, K.J.E. Walsh, and P.H. Whetton, 1999b: An analysis of the effects of the Kyoto Protocol on Pacific Island countries. Part 2: regional climate change scenarios and risk assessment methods. CSIRO/SPREP, Victoria, Australia (in press).
- Mearns, L.O., W. Easterling, and C. Hays 1998: The Effect of Spatial Scale of Climate Change Scenarios on the Determination of Impacts: An Example of Agricultural Impacts on the Great Plains. Proceedings of the International Workshop on Regional Modeling of the General Monsoon System in Asia, Beijing, October 20-23, START Regional Center for Temperate East Asia, TEACOM Report No. 4, pp. 70-73.
- Mearns, L.O., T. Mavromatis, E. Tsvetsinskaya, C. Hays, and W. Easterling, 1999a: Comparative responses of EPIC and CERES crop models to high and low resolution climate change scenario. *J. Geophys. Research*, 104(D6). 6623--6646.
- Mearns, L.O., F. Giorgi, S. Shields, and L. McDaniel, 1999c: Evaluation of high frequency variability of climate in Regional Climate Model experiments over the U.S. Great Plains: and impacts perspective. *Climate Research* (in preparation).
- Mearns, L.O., G. Carbone, W. Gao, L. McDaniel, and E. Tsvetsinskaya, 2000: The issue of spatial scale in integrated assessments: An example of agriculture in the Southeastern U.S. Preprints of the American Meteorological Society of America Annual Meeting (in print).
- Mitchell, J.F.B., T.C. Johns, M. Eagles, W.J. Ingram, and R.A. Davis, 1999: Towards the construction of climate change scenarios. *Climatic Change*, 41, 547-581.
- Neilson, R.P., 1998: Simulated changes in vegetation distribution under global warming. In: *The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A Special Report of IPCC Working Group II* [Watson, R.T., M.C. Zinyowera, and R. H. Moss (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, pp.439-456.

- Rosenzweig, C. and M.L. Parry, 1994: Potential impact of climate change on world food supply. *Nature*, 367, 133-137.
- Rosenzweig, C., J. Phillips, R. Goldberg, J. Carroll, and T. Hodges, 1996: Potential impacts of climate change on citrus and potato production in the US. *Agricultural Systems*, 52, 455-479.
- Rosenzweig, C., L.O. Mearns, and R. Goldberg, 1999: Effect of changes in climatic variability on CERES-corn and SOYGRO and applications to climate change scenarios. In: *Effects of Climatic Variability on Agriculture. Report of the Agricultural Sector of the US National Assessment, October 1999, chapter 4 (draft).*
- Saelthun, N.R., P. Aittoniemi, S. Bergström, K. Einarsson, T. Jóhannesson, G. Lindström, P.-E. Ohlsson, T. Thomsen, B. Vehviläinen, and K.O. Aamodt, 1998: Climate Change Impacts on Runoff and Hydropower in the Nordic Countries, *TemaNord 1998: 552*, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 170 pp.
- Santer, B.D., T.M.L. Wigley, M.E. Schlesinger, and J.F.B. Mitchell, 1990: Developing climate scenarios from equilibrium GCM results. Report No. 47, Max-Planck-Institut-für-Meteorologie, Hamburg, 29 pp.
- Shabalova, M.V., and G.P. Können, 1995: Climate change scenarios: comparisons of paleo-reconstructions with recent temperature changes. *Climatic Change*, 29, 409-428.
- Wang, O.J., R.J. Nathan, R.J. Moran, and B. James, 1999: Impact of climate changes on the security of the water supply of the Campaspe System. *Proceedings of 25th Hydrology and Water Resources Symposium, Vol. 1, 6-8 July 1999, Brisbane, Institution of Engineers, Australia, Water 99 Joint Congress, pp. 135-140.*

