

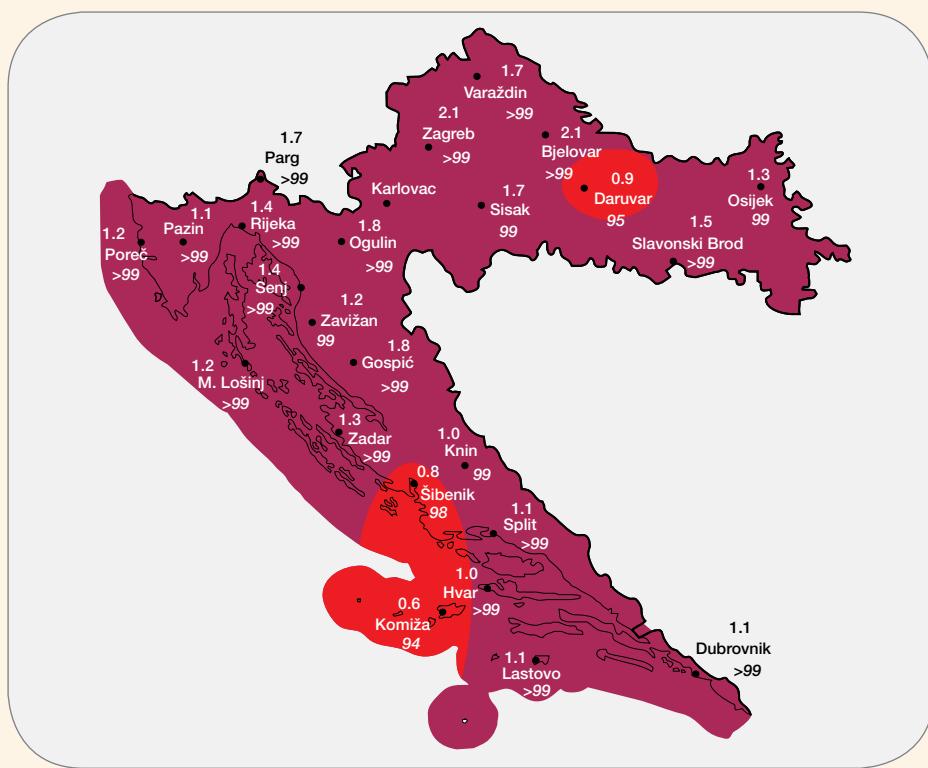


PRIKAZI br. 29

REVIEWS N° 29

PRAĆENJE I OCJENA KLIME U 2017. GODINI

CLIMATE MONITORING AND ASSESSMENT FOR 2017



Zagreb, veljača 2018.
Zagreb, February 2018

UDK 551.582
HS 97-0331

ISSN 1331-775X

PRIKAZI br. 29

REVIEWS N° 29

PRAĆENJE I OCJENA KLIME U 2017. GODINI

CLIMATE MONITORING AND ASSESSMENT FOR 2017

Zagreb, veljača 2018.
Zagreb, February 2018

Izdavač **Publisher**
Državni hidrometeorološki zavod Meteorological and Hydrological Service

Za izdavača **For the Publisher**
dr. sc. Branka Ivančan-Picek Branka Ivančan-Picek, PhD

Urednici i autori **Editors and authors**
dr. sc. Krešo Pandžić Krešo Pandžić, PhD
dr. sc. Tanja Likso Tanja Likso, PhD
dr. sc. Tanja Trošić Lesar Tanja Trošić Lesar, PhD
Marija Mokorić, dipl. ing. Marija Mokorić, BSc

Izrada i analiza slika **Preparation and analysis of figures**
dr. sc. Tanja Likso Tanja Likso, PhD
dr. sc. Tanja Trošić Lesar Tanja Trošić Lesar, PhD

Grafičko-tehnički urednik **Graphic and technical editor**
Ivan Lukac, graf. ing. Ivan Lukac, bacc. ing. tech. graph.

Slika na naslovnoj strani:
Odstupanje srednje godišnje temperature zraka (°C) u Hrvatskoj za 2017. godinu od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990.

Front cover illustration:
Average annual air temperature anomalies in Croatia in the year 2017 relative to the multiannual average for the period 1961—1990

Slika na zadnjoj strani:
Godišnje količine oborine (%) za 2017. godinu, izražene u % prosječnih vrijednosti (1961. — 1990.)

Back cover illustration:
Annual precipitation amounts in Croatia in the year 2017 expressed as percentages (%) of 1961—1990 average

PREDGOVOR

Prema procjeni državnih agencija NOAA i NASA iz Sjedinjenih Američkih Država, 2017. godina je imala srednju globalnu godišnju temperaturu, koja se odnosi na prizemni sloj atmosfere iznad kopna i površinu mora, treću po veličini od predindustrijskog razdoblja to jest odstupanje $+1.2^{\circ}\text{C}$ od prosjeka za predindustrijsko razdoblje 1881.-1910. godina. S druge strane, prema Svjetskoj meteoroškoj organizaciji, srednja globalna temperatura za 2017. godinu bila je 0.46°C iznad višegodišnjeg prosjeka 1981.-2010. godina (14.3°C). Ovo 30-godišnje razdoblje je uezto jer ga mnoge državne službe već koriste kao referentno klimatsko razdoblje za ocjenu kolebanja bitnih klimatskih varijabli kao što su temperatura, oborina i vjetar, koje su važne za upravljanje vodama, energijom, poljoprivredom, zdravstvenom zaštitom i drugim sektorima gospodarstva. Državni hidrometeorološki zavod kao referentno razdoblje koristi tradicionalno 30-godišnje razdoblje 1961. – 1990. godina koje također još koristi i Međuvladin panel o klimatskim promjenama (IPCC). Zadnje tri godine to jest 2015., 2016. i 2017. bile su 3 najtoplje godine od kada postoje sustavna meteorološka motrenja sa srednjom globalnom temperaturom za $1.1\text{--}1.2^{\circ}\text{C}$ iznad prosjeka predindustrijskog razdoblja 1881. – 1910. godina. Godina 2017. je bila godina bez utjecaja El Niňa te godina jakog utjecaja ekstremnog vremena. S velikom vjerojatnošću pretpostavlja se da je dugoročno globalno zatopljenje posljedica emisije stakleničkih plinova u Zemljinoj atmosferi. U prosincu 2017. godine na posatiji Mauna Loa (Hawaii) koncentracija ugljik dioksida bila je 406.82 ppm, s porastom od 2.40 ppm u odnosu na prosinac 2016. godine. Na početku mjerjenja, koncentracije ugljik dioksida na istoj postaji 1958. godine bila je 314.67 ppm, za 29% manja nego 2017. godine. Godina 2017. bila je ekstremno topla na 85% područja Republike Hrvatske, dok je preostalih 15% područja svrstano u kategoriju vrlo toplo. Istovremeno je prevladavalo kišno vrijeme na 15%, vrlo kišno na 10%, sušno na 6%, vrlo sušno na 10%, ekstremno sušno na 3% područja, dok je preostalih 56% područja svrstano u kategoriju normalno. Ekstremne vremenske prilike na području Hrvatske su obilježile 2017. godinu. Nakon jakog mraza u zadnjoj dekadi travnja 2016. pojava jakog mraza opet se ponovila u zadnjoj dekadi travnja 2017. godine, preciznije 21. i 22. travnja, sa znatnim štetama u popljinopriredi u unutrašnjosti Dalmacije i sjevernoj Hrvatskoj. Jakom požaru, koji je zahvatio područje Splita od 17. do 19. srpnja 2017. godine sa znatnim štetama u gospodarstvu pogodovala je izuzetno jaka suša, ekstremno toplo vrijeme te jaka bura. Godina 2017. bit će zapamćena po snažnoj bujičnoj poplavi na području grada Zadra i šire okolice s velikim štetama u gospodarstvu. Ta je poplava nastala kao posljedica izuzetno velikih količina oborine u razdoblju od 10. do 12. rujna 2017. godine. U svim slučajevima odgovarajuće službe sustava zaštite i spašavanja uložile su maksimalni trud da se štete umanje i izbjegnu ljudske žrtve.

dr. sc. Branka Ivančan-Picek

PREFACE

US government agencies NOAA and NASA estimate that the third highest annual average global temperature in the surface layer of the atmosphere over land and sea since preindustrial time was recorded in 2017, along with an anomaly of $+1.2^{\circ}\text{C}$ above the preindustrial average for the period 1881 – 1910. On the other hand, according to the World Meteorological Organization, the average global temperature in 2017 was 0.46°C above the 1981 – 2010 multiannual average (14.3°C). This 30-year baseline was used because many national meteorological and hydrological services are already using it as the climate reference period to assess the variations of the key climate parameters such as temperature, precipitation and wind, which are important for water management, energy, agriculture, health and other sectors of the economy. The Meteorological and Hydrological Service uses the traditional 30-year period of 1961 – 1990, which is still in use by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), as its reference period. The last three years, 2015, 2016 and 2017, are the warmest three years since the beginning of systematic meteorological observation, with global average temperatures $1.1\text{--}1.2^{\circ}\text{C}$ above the preindustrial average (1881 – 1910). 2017 was a year without El Niño influence and a year of high extreme weather impact. It is assumed, with high likelihood, that long-term global warming is a consequence of greenhouse gas emissions in the Earth's atmosphere. The average concentration of carbon dioxide at the NOAA Mauna Loa site in Hawaii was 406.82 parts ppm in December 2017, up 2.40 ppm from December 2016. The carbon dioxide concentration at the same site when records began in 1958 was 314.67 ppm, 29% lower than in 2017. Temperatures in 2017 fell into the extremely warm category in 85% of Croatia's territory and in the very warm category in the remaining 15%. Wet weather was prevalent in 15% of Croatia's territory, very wet weather in 10%, dry weather in 6%, very dry weather in 10%, extremely dry weather in 3%, and normal weather in 56%. Croatia saw some extreme weather in 2017. The strong frost from the last decade of April 2016 was repeated again in the last decade of April 2017, on 21 and 22 April, causing serious damage in agriculture in Northern Croatia and inland Dalmatia. Severe drought, extreme heat and strong *bura* contributed to the intense wildfire in the Split area from 17 to 19 July 2017, with a huge economic impact. 2017 will be remembered by the very strong torrential floods in Zadar and the wider city area, also with a huge economic impact, which occurred from 10 to 12 September 2017 as a result of extreme precipitation amounts. In all cases, the relevant emergency management agencies worked hard to minimize damage and prevent fatalities.

Branka Ivančan-Picek, PhD

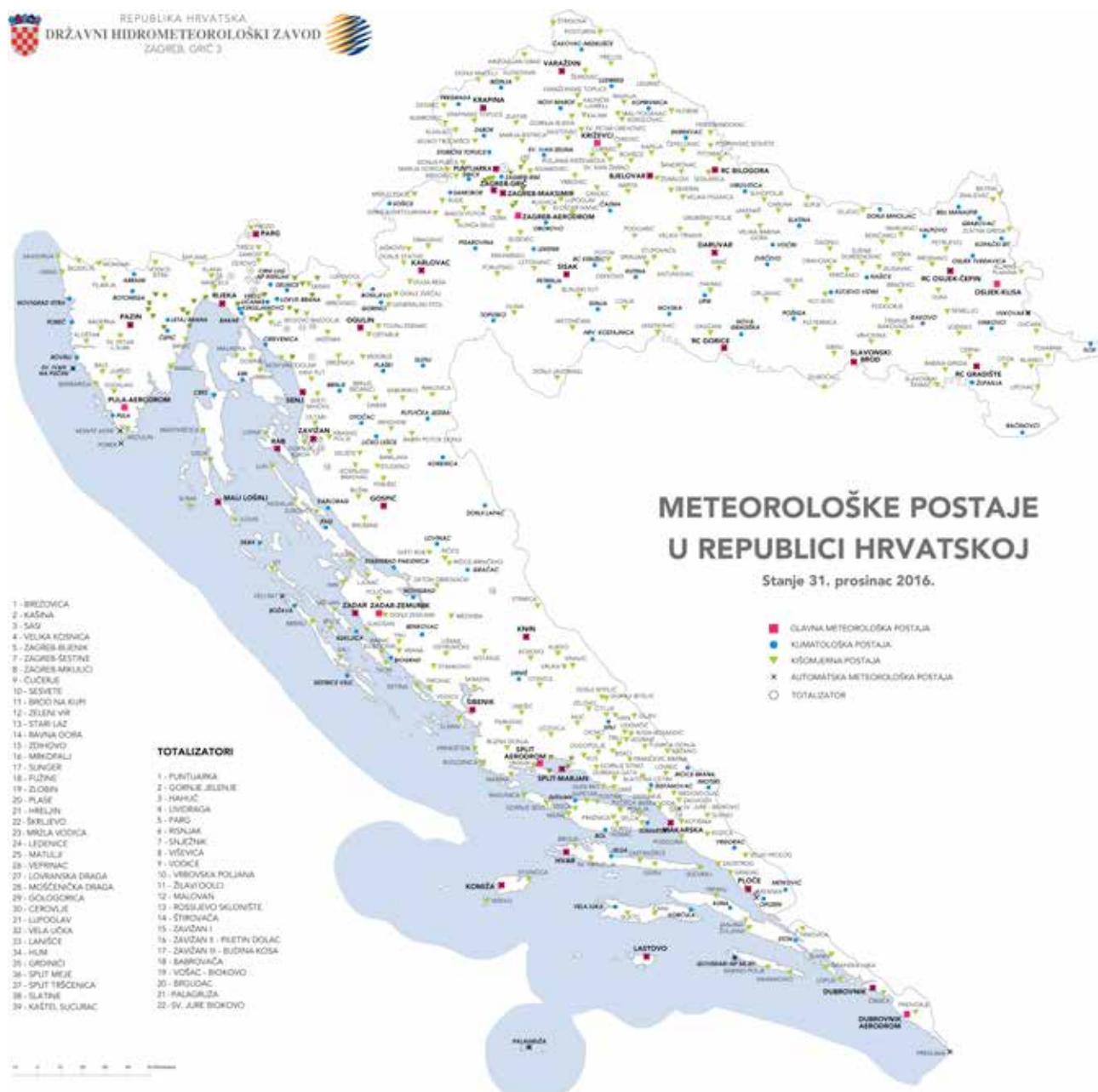
SADRŽAJ

TABLE OF CONTENTS

1.	Praćenje klime u Hrvatskoj	9
1.	Climate Monitoring in Croatia	9
2.	Kartografski prikaz mjesecnih, sezonskih i godišnjih anomalija temperature zraka i količine oborine za Hrvatsku za 2017. godinu	11
2.	Maps of monthly, seasonal and annual air temperature and precipitation anomalies in Croatia in the year 2017	11
3.	Ocjena anomalija temperature zraka i količine oborine za Hrvatsku za 2017. godinu	29
3.	Assessment of air temperature and precipitation amount anomalies in Croatia in the year 2017 ...	29
3.1.	Ocjena toplinskih i oborinskih prilika u Hrvatskoj za 2017. godinu	38
3.1.	Assessment of climate anomalies in Croatia in 2017	38
3.2.	Ekstremna klimatska razdoblja u 2017. godini	39
3.2.	Extreme climate periods in 2017	39
3.3.	Dodatna analiza klimatskih anomalija u 2017. godini	40
3.3.	Additional analysis of climate anomalies in Croatia in 2017	40
3.3.1	Analiza anomalija godišnje temperature zraka i količine oborine	42
3.3.1	Analysis of annual air temperature and precipitation anomalies	42
3.3.2	Analiza dnevnih anomalija temperature zraka i količine oborine za meteorološke postaje Zagreb-Grič i Split-Marjan.....	43
3.3.2	Analysis of daily air temperature and precipitation amount anomalies for meteorological stations Zagreb-Grič and Split-Marjan	43
3.3.3	Hladni val u Hrvatskoj u siječnju, te 21. i 22. travnja 2017.	44
3.3.3	Cold wave in Croatia in January and 21 and 22 April 2017	44
3.3.4	Ekstremni požar raslinja kod Splita, 17.-19. srpnja 2017. godine	48
3.3.4	Extremely vigorous wildfire in Split, 17-19 July 2017	48
3.3.5	Razorna bujična poplava u Zadru 11. rujna 2017.	54
3.3.5	The devastating flood in Zadar on September 11, 2017	54
4.	Ocjena klime za 2017. godinu na globalnoj ljestvici	60
4.	Climate assessment for the year 2017 on global scale	60
	Literatura	62
	References	62

1. PRAĆENJE KLIME U HRVATSKOJ

U okviru mreže meteoroloških postaja u Hrvatskoj djeluje sustav za praćenje klime temeljen na svakodnevnom prikupljanju klimatoloških podataka (termini 7, 14 i 21 sat) s 30 glavnih meteoroloških postaja (slika 1.1). Tako prikupljeni podaci, uz dan zašnjenja, kompatibilni su s postojećim dugogodišnjim nizovima klimatoloških podataka koji su nastali na temelju istovrsnih klimatoloških motrenja.



Slika 1.1 Mreža meteoroloških postaja u Hrvatskoj

Figure 1.1 Meteorological Station Network in Croatia

1. CLIMATE MONITORING IN CROATIA

A climate monitoring system based on daily collection of climate data (observation times 7 am, 2 pm and 9 pm local time) from 30 main meteorological stations (Figure 1.1) is operational within the Meteorological Station Network of Croatia. With a one-day delay, the data thus collected is compared with the existing long-term climate data series generated by the same climate observations.

Operativni sustav praćenja klime u Hrvatskoj ima sljedeće komponente:

- Meteorološka motrenja (opanja i mjerena) na 30 glavnih meteoroloških postaja;
- Dostava klimatoloških podataka pomoću HR-KLIMA izvješća svaki dan do 9 sati za klimatološke termine prethodnog dana;
- Kontrola podataka u DHMZ-u;
- Pohranjivanje podataka na računalnom sustavu DHMZ-a u obliku privremenih mjesecnih izvješća;
- Mjesecne analize klimatoloških podataka s izradom ocjene za svaki mjesec usporedbom klimatoloških podataka dotičnog mjeseca s višegodišnjim prosjekom za razdoblje 1961.—1990. godina;
- Ocjene klimatskih anomalija na razini godišnjih doba i godine kao cjeline;
- Redovito mjesecno, sezonsko i godišnje izvješćivanje javnosti, korisnika i stručnih krugova o ocjeni klime putem javnih glasila i stručnih biltena te internetske stranice DHMZ-a: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php

Postupak ocjene klime obavlja se pomoću Conrad—Chapmanove metode (Penzar i Makjanić, 1980), koja na temelju odstupanja od višegodišnjeg prosjeka 1961.—1990. godina daje sljedeću klasifikaciju prikazanu u tablici 1.1.

These are the components of the operational climate monitoring system in Croatia:

- Meteorological observations at 30 main meteorological stations;
- Climate data delivery via HR-KLIMA reports by 9 a.m. every day for climate observation hours or terms from the previous day;
- Data quality control at the Meteorological and Hydrological Service of Croatia;
- Data archiving in the computer system of the Meteorological and Hydrological Service of Croatia in the form of temporary monthly reports;
- Monthly analysis of climate data with the evaluation of each month based on a comparison of climate data for the month in question with the multiannual average for the period 1961 – 1990;
- Climate anomalies assessment on seasonal or annual basis;
- Regular monthly, seasonal and annual reporting for the public, external users and the scientific community on climate evaluation using media and professional newsletters as well as the website of the Meteorological and Hydrological Service http://klima.hr/ocjene_arhiva.php.

The climate assessment procedure is based on the well-known Conrad-Chapman's method (Penzar and Makjanić, 1980). The following classification is obtained (Table

Tablica 1.1 Klasifikacija klimatskih anomalija u razrede (kase) prema razdiobi percentila.

Table 1.1 Climate anomaly classification according to percentile ranks and classification ratings.

Za temperaturu For temperature	Percentili Percentiles
ekstremno hladno	< 2
vrlo hladno	2–9
hladno	9–25
normalno	25–75
toplo	75–91
vrlo toplo	91–98
ekstremno toplo	> 98

Za oborinu For precipitation	Percentili Percentiles
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 postotcima) da odgovarajuća vrijednost anomalije u promatranom razdoblju nije bila nadmašena. Na primjer, percentil 98 ukazuje da u 98% slučajeva prethodnih godina odgovarajuća vrijednost nije bila nadmašena to jest da se u stogodišnjem razdoblju mogu očekivati samo dvije godine, u prosjeku, u kojima će motrena vrijednost biti viša od razmatrane. Pomoću percentila P može se procijeniti povratni period T (izražen u godinama) iz relacije:

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

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

Na primjer za $P = 2\%$ slijedi $T = 50$ godina. Znači za percentil 2% vjerojatnost je da će se na primjer odgovarajuća temperatura zraka javiti 2 puta, u prosjeku, u 100 godina ili jedan put u 50 godina. Isti povratni period se dobije za $P = 98\%$.

Na temelju napravljene ocjene izrađuju se karte klimatskih anomalija (odstupanja od višegodišnjih prosjeka za razdoblje 1961.–1990. godina) te omeđuju područja odgovarajućih klasa (razreda) anomalija za područje Hrvatske. Te ocjene svrstavaju klimatske anomalije u klase u odnosu na navedene višegodišnje prosjekte. Taj pristup osigurava objektivnost ocjene klimatskih anomalija izbjegavajući tako subjektivnost pojedinca.

Na kartama anomalija uz svaku meteorološku postaju nazančena su dva broja. Gornji broj označava odstupanje meteorološkog elementa od višegodišnjeg prosjeka: za temperaturu zraka izraženo u Celzijevim stupnjevima ($^{\circ}\text{C}$) te za količinu oborine u postotcima (%) višegodišnjeg prosjeka. Donji broj uz postaju na kartama označava percentil prema kojem se postaja svrstava u odgovarajuću klasu. Nadalje, gornji broj omogućuje da unutar svake klase detaljnije uočimo odstupanje klimatskog elementa od višegodišnjeg prosjeka. Na primjer, unutar klase normalno, koja obuhvaća 50% percentila, mogu se pojaviti niže ili više vrijednosti temperature zraka ili količine oborine od višegodišnjeg prosjeka. Takve detaljnije analize mogu se napraviti za sve klase.

2. KARTOGRAFSKI PRIKAZ MJESEČNIH, SEZONSKIH I GODIŠNJIH ANOMALIJA TEMPERATURE ZRAKA I KOLIČINE OBORINE ZA HRVATSKU ZA 2017. GODINU

Slijedi prikaz anomalija srednjih mjesecnih, sezonskih i godišnjih vrijednosti temperature zraka definiranih kao odstupanje od višegodišnjeg prosjeka za referentno razdoblje 1961.–1990. godina. Vrijednosti anomalija temperature zraka označene su na

1.1) using anomalies from the multiannual average (1961 – 1990):

The percentiles are an estimated probability (expressed as a percentage) of the corresponding anomaly value in the period in question not being exceeded. For example, the 98th percentile indicates that the corresponding value was not exceeded in 98% cases in the previous years; that is to say, we can expect only two years, on average, with an observed value higher than what is considered the 98th percentile value in a 100-year period. According to percentile P , the return period (expressed in years) can be estimated from the expression:

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

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

For example, for the percentile $P = 2\%$, the return period is $T = 50$ years. For the percentile 2%, it means that the corresponding air temperature is likely to occur 2 times, on average, in the 100-year period or once in a 50-year period. The same return period is obtained for the percentile $P = 98\%$.

Climate anomaly maps (deviations from multiannual average 1961 – 1990) are drawn, and areas where the corresponding anomaly categories occur are demarcated for the entire Croatian territory based on the assessment obtained. These assessments classify climate anomalies into appropriate categories in relation to the mentioned multiannual averages. This approach ensures the objectivity of climate anomaly assessment.

Two numbers are specified in the climate anomaly maps for each meteorological station. The upper number describes the anomaly (deviation of the meteorological element from multiannual average), expressed in $^{\circ}\text{C}$ for temperature and in percentages (%) of the multiannual average for precipitation. The lower number specified in the maps for every station indicates the percentile. Every station falls under the appropriate category according to percentile ranks and classification ratings.

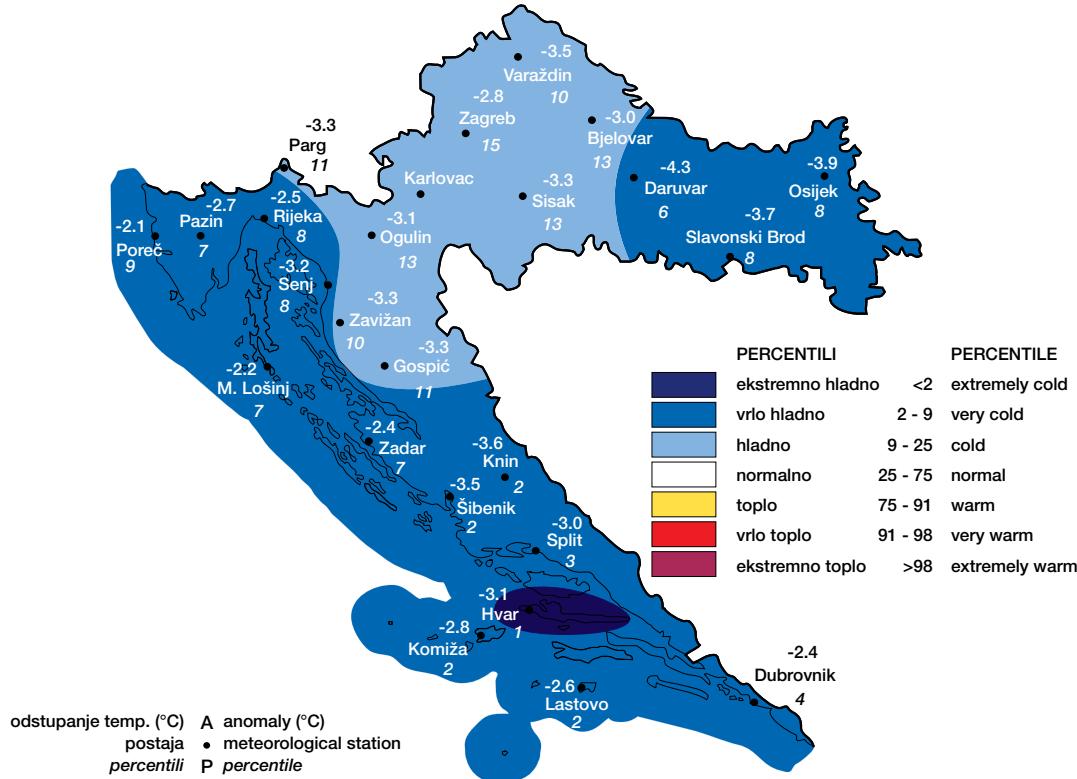
Furthermore, the upper number provides in detail the deviation of climate elements from the multiannual average in each category. For example, the value of air temperature or precipitation can be lower or higher than the multiannual average in the normal category, comprising 50% percentiles. Such detailed analyses can be made for all categories.

2. MAPS OF MONTHLY, SEASONAL AND ANNUAL ANOMALIES OF AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION AMOUNTS IN CROATIA IN 2017

In this section, anomalies of average monthly, seasonal and annual values of air temperature defined as a deviation from the multiannual average for the reference

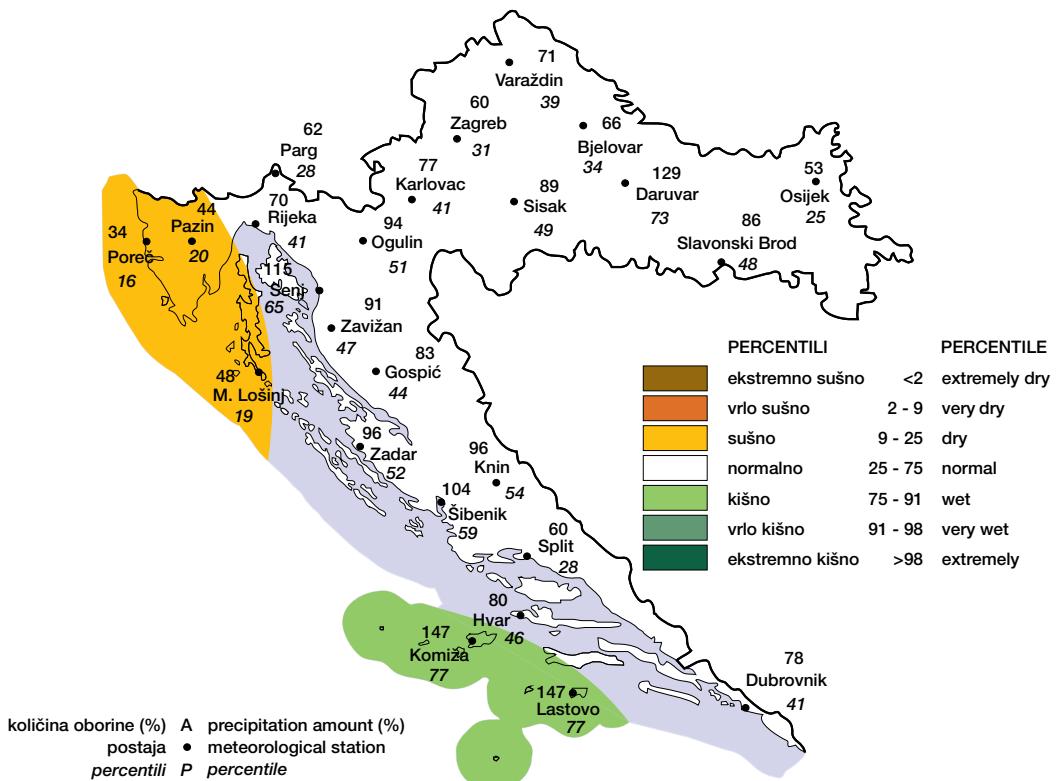
Odstupanje srednje mješevne temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za SIJEČANJ 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in JANUARY 2017



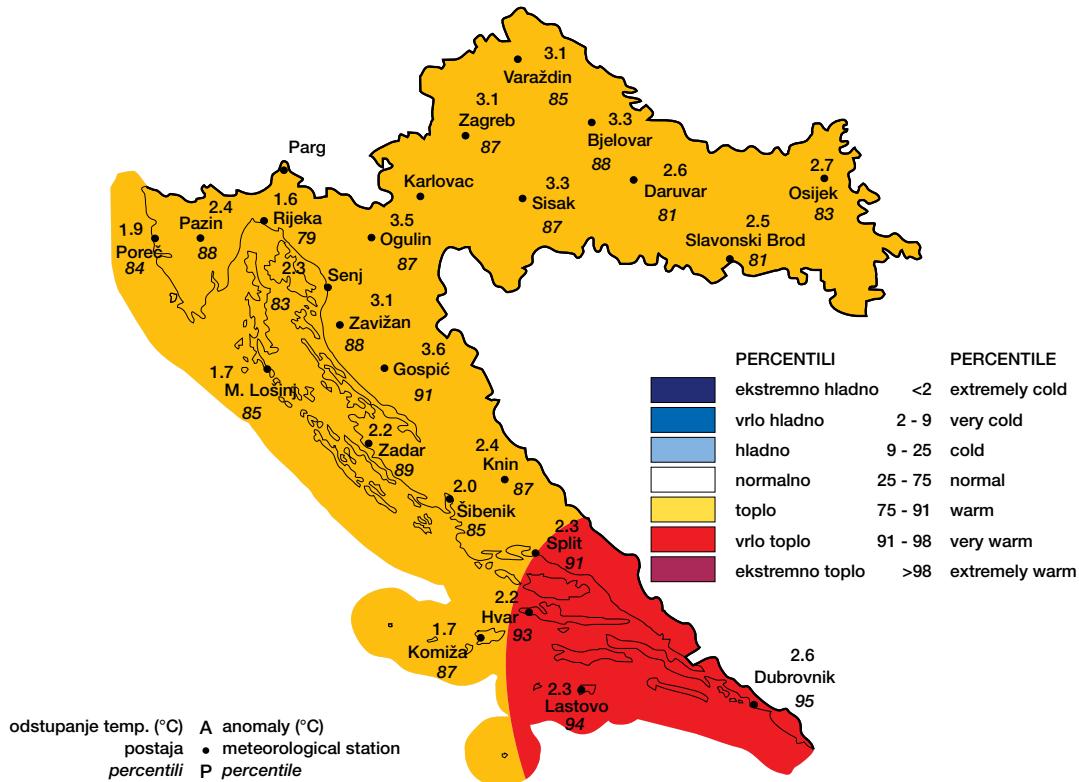
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za SIJEČANJ 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in JANUARY 2017



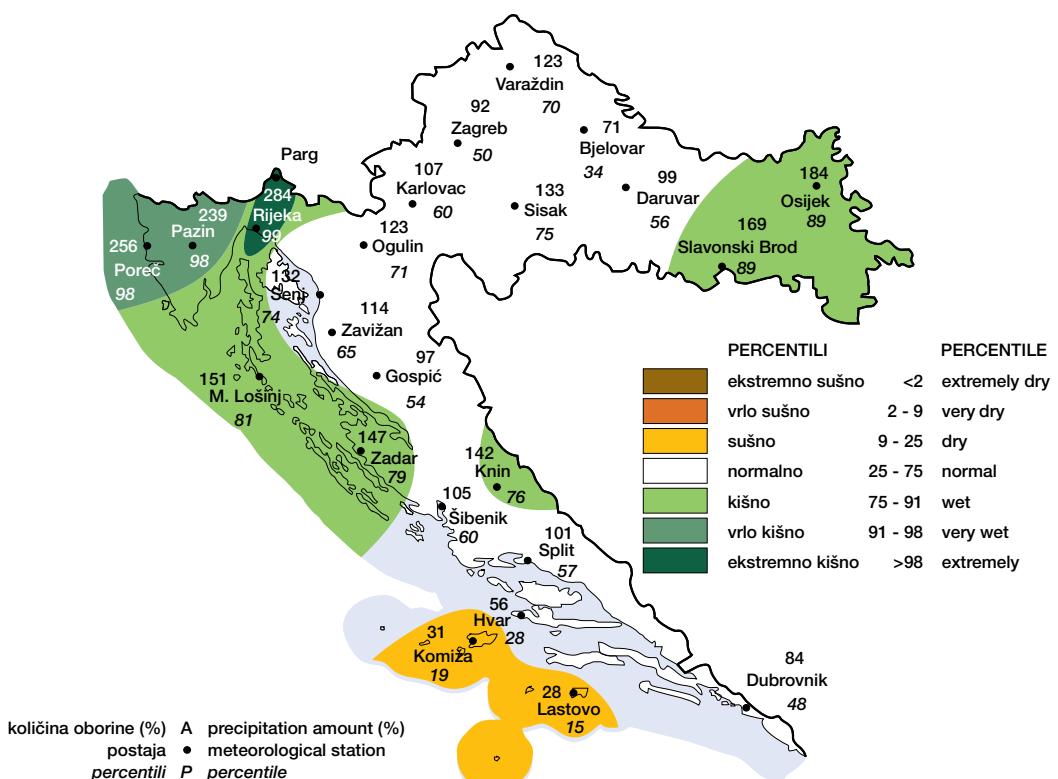
Odstupanje srednje mjesecne temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za **VELJAČU** 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in **FEBRUARY** 2017



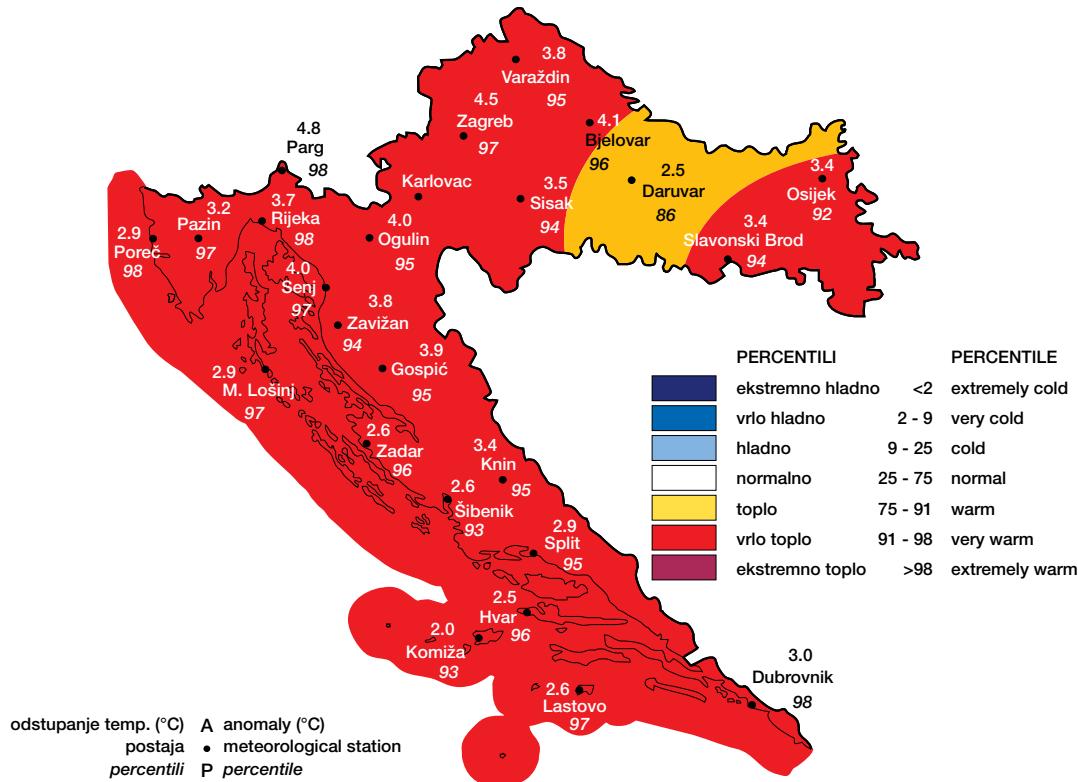
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za **VELJAČU** 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in **FEBRUARY** 2017



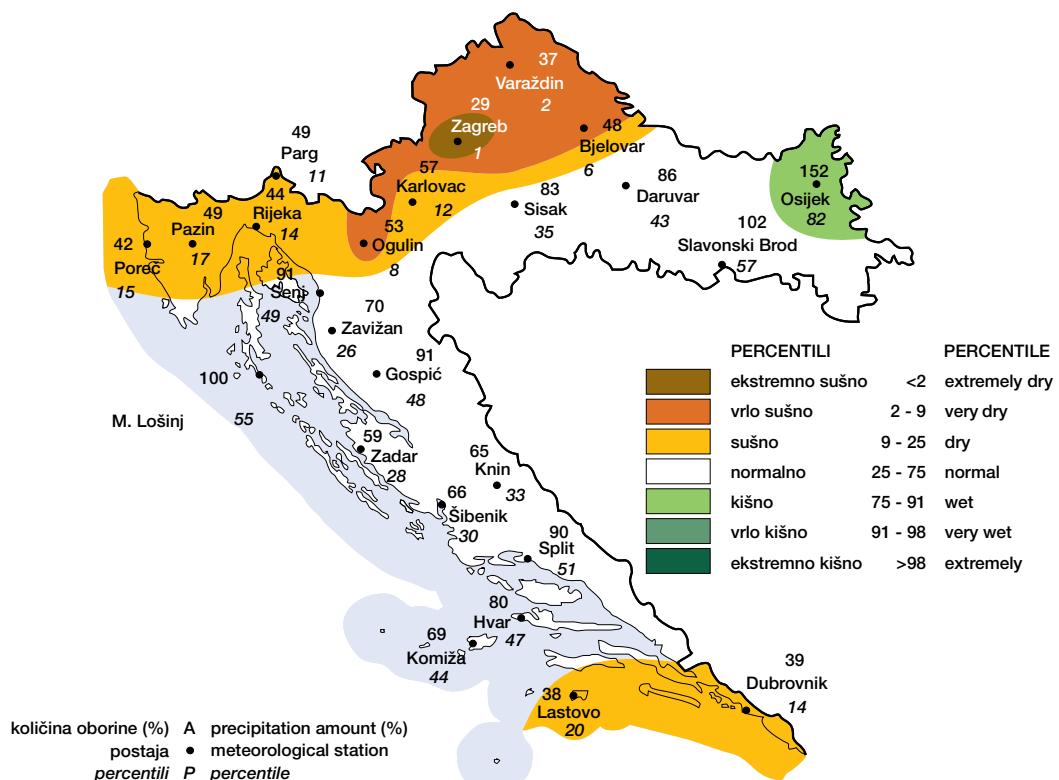
Odstupanje srednje mješevne temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za OŽUJAK 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in MARCH 2017



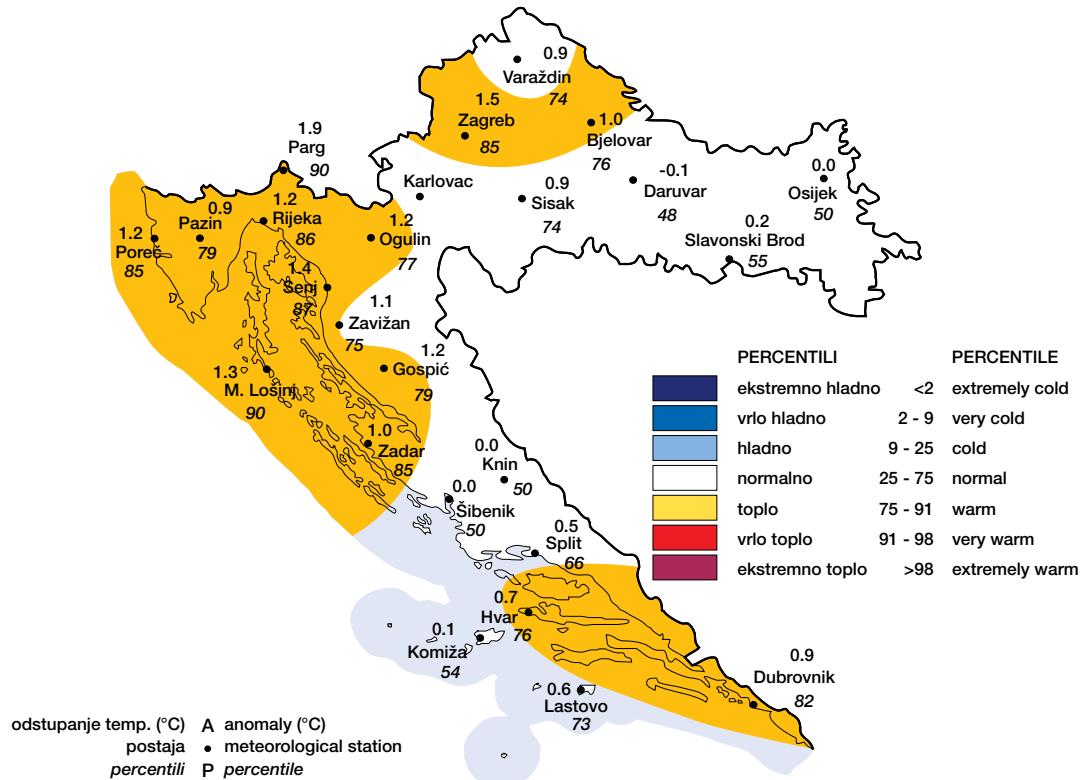
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za OŽUJAK 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in MARCH 2017



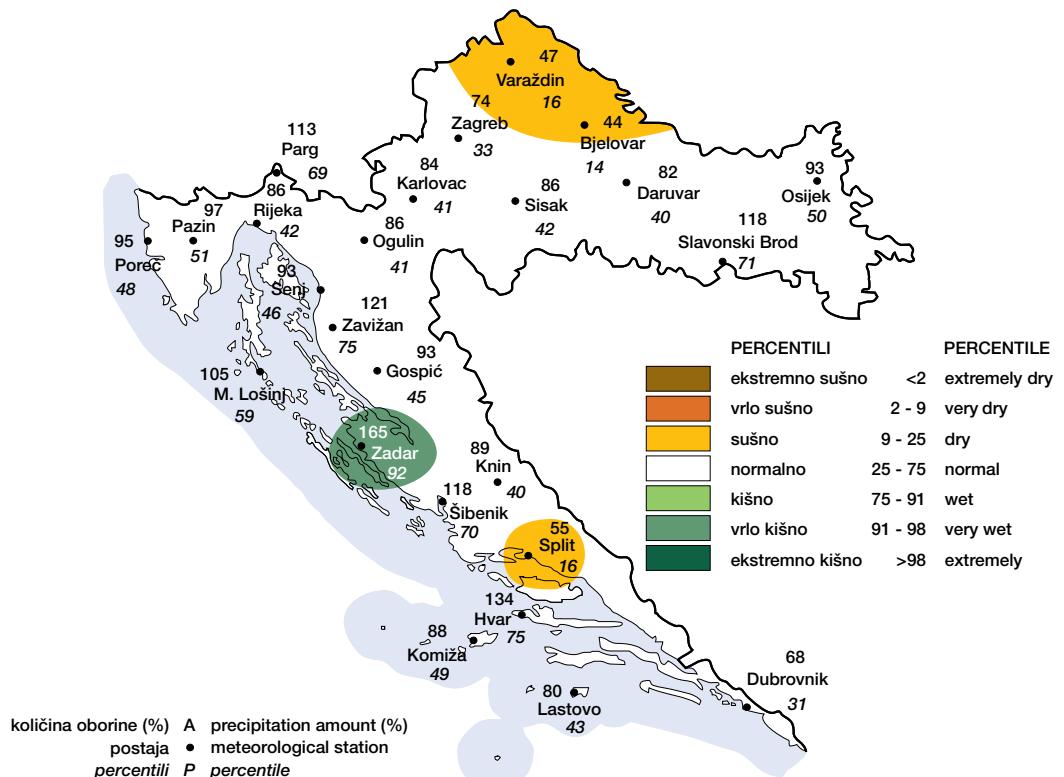
Odstupanje srednje mješevne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za TRAVANJ 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in APRIL 2017



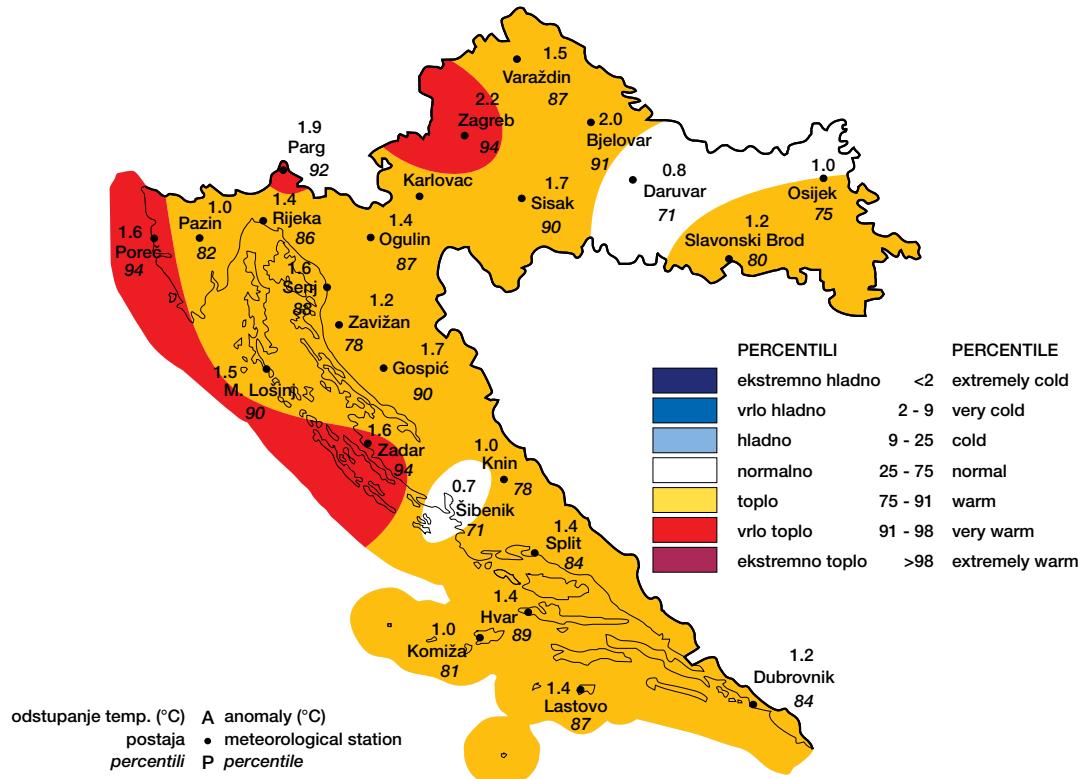
Mješevne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za TRAVANJ 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in APRIL 2017



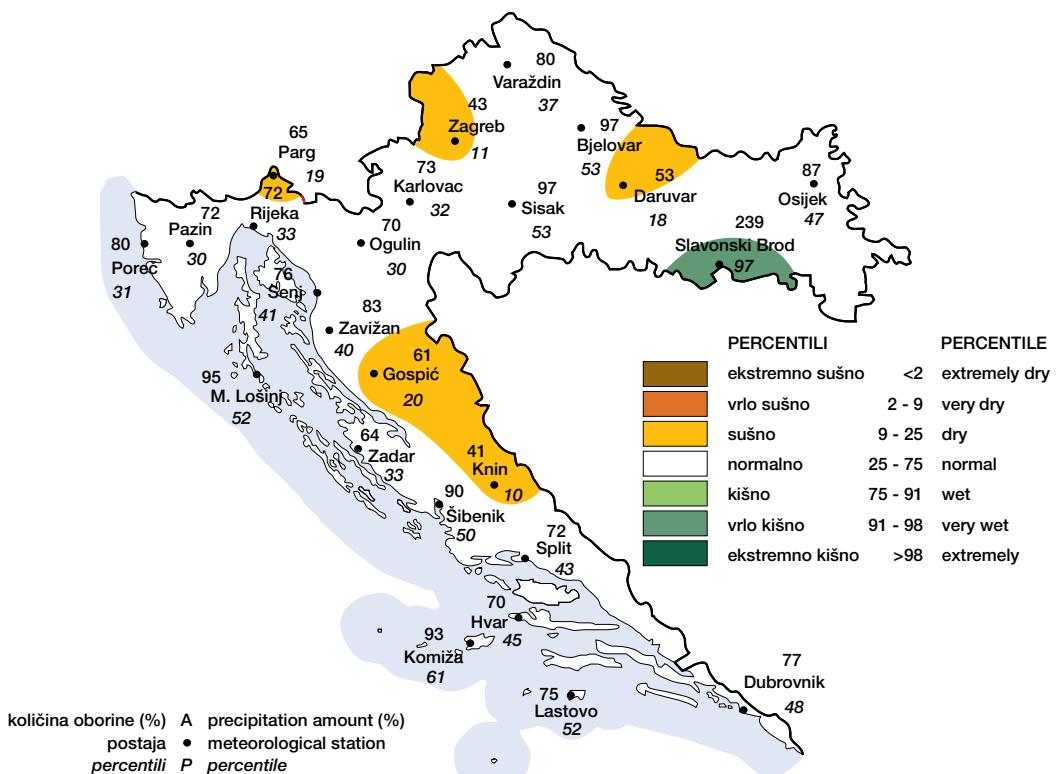
Odstupanje srednje mješevne temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za SVIBANJ 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in MAY 2017



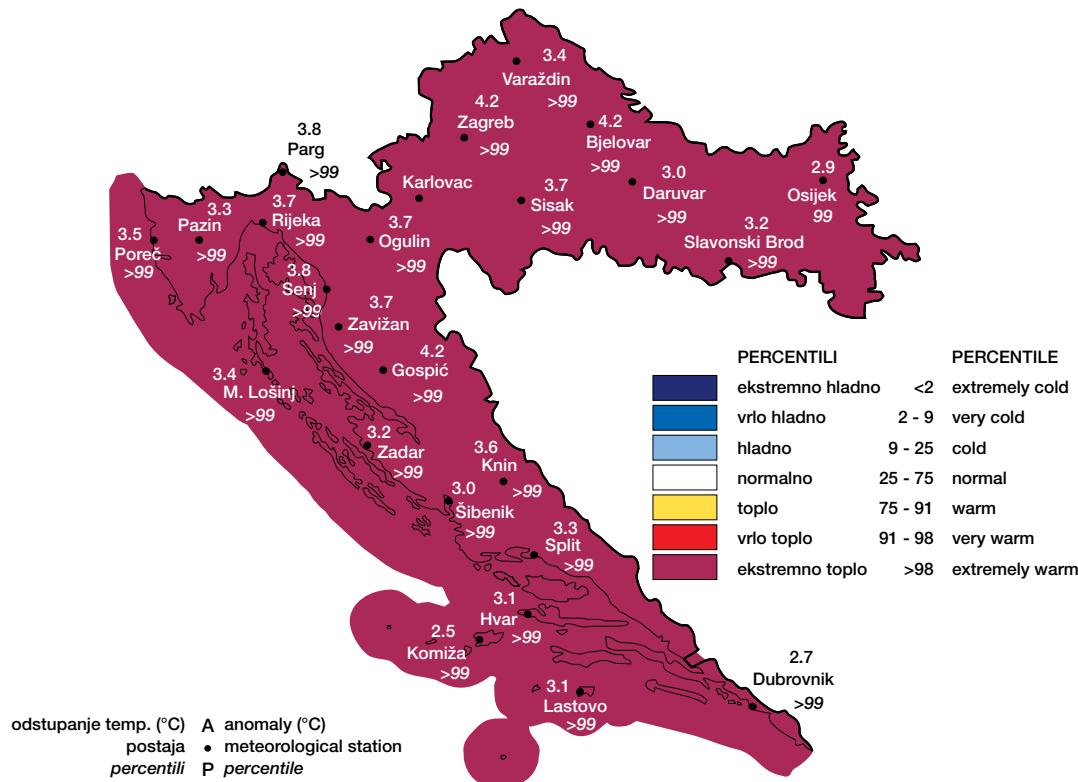
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za SVIBANJ 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in MAY 2017



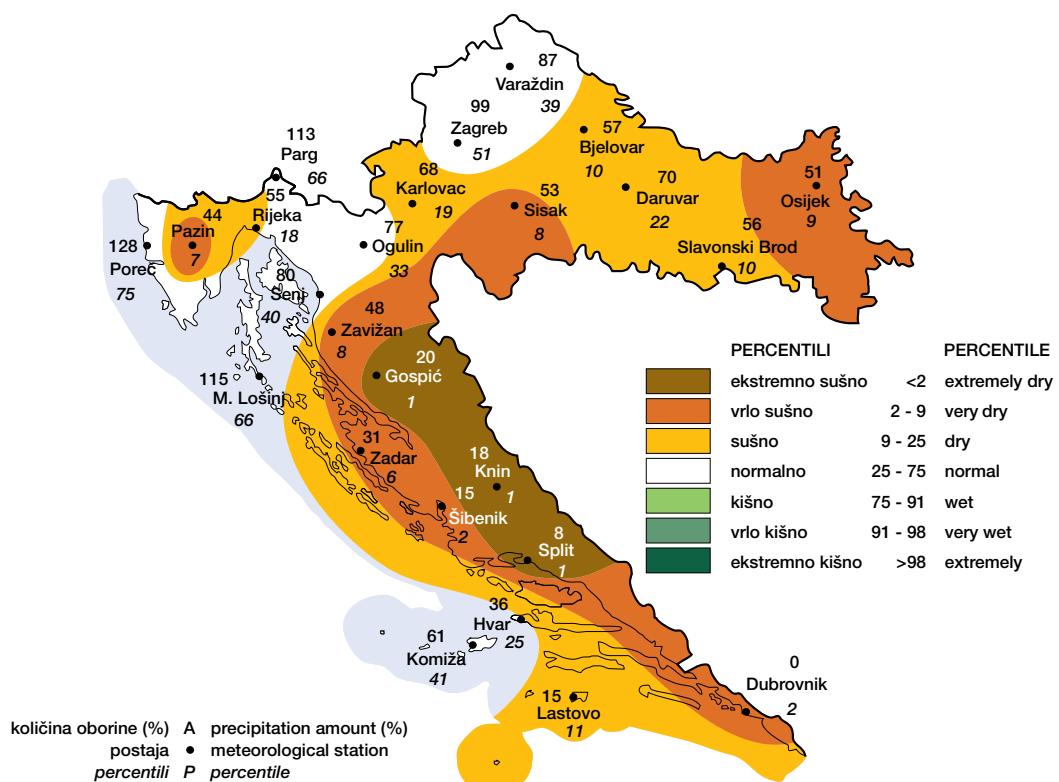
Odstupanje srednje mješevne temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za LIPANJ 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in JUNE 2017



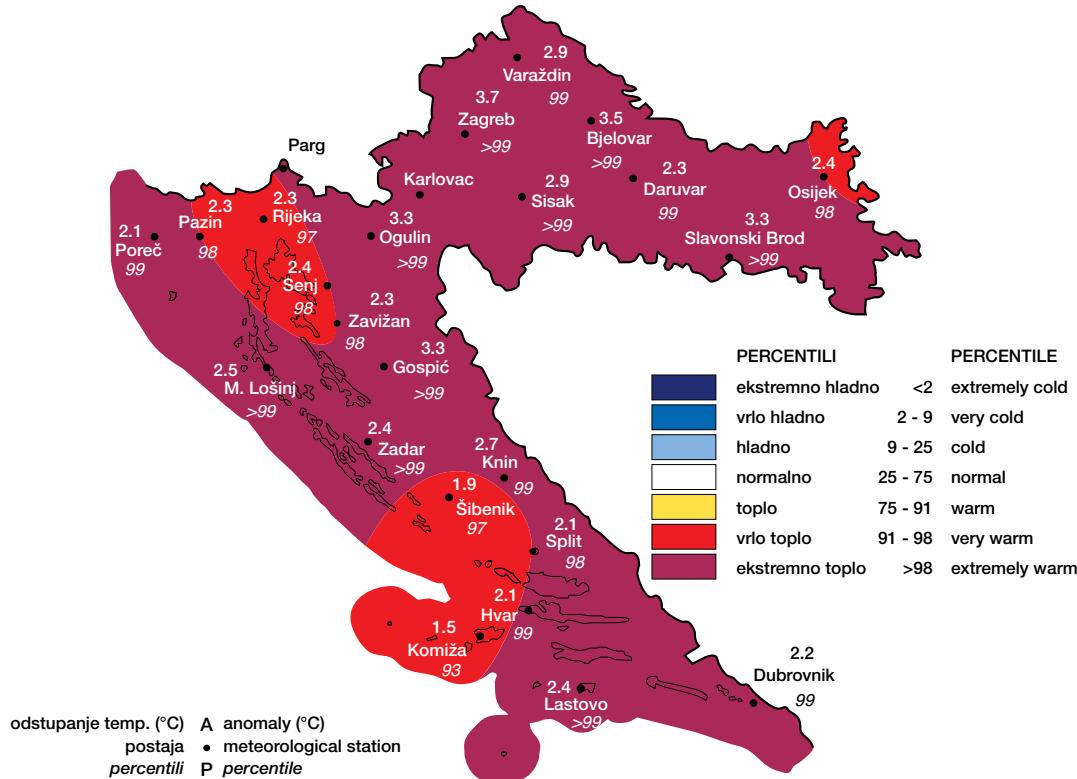
Mješevne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za LIPANJ 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in JUNE 2017



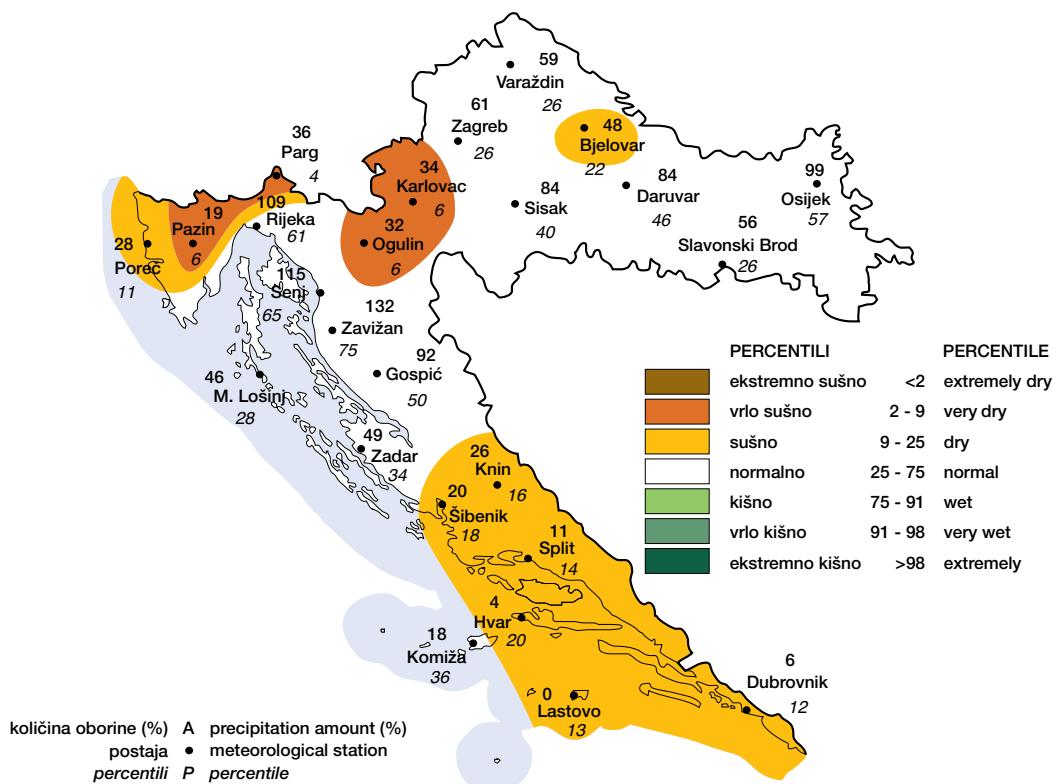
Odstupanje srednje mješevne temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za SRPANJ 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in JULY 2017



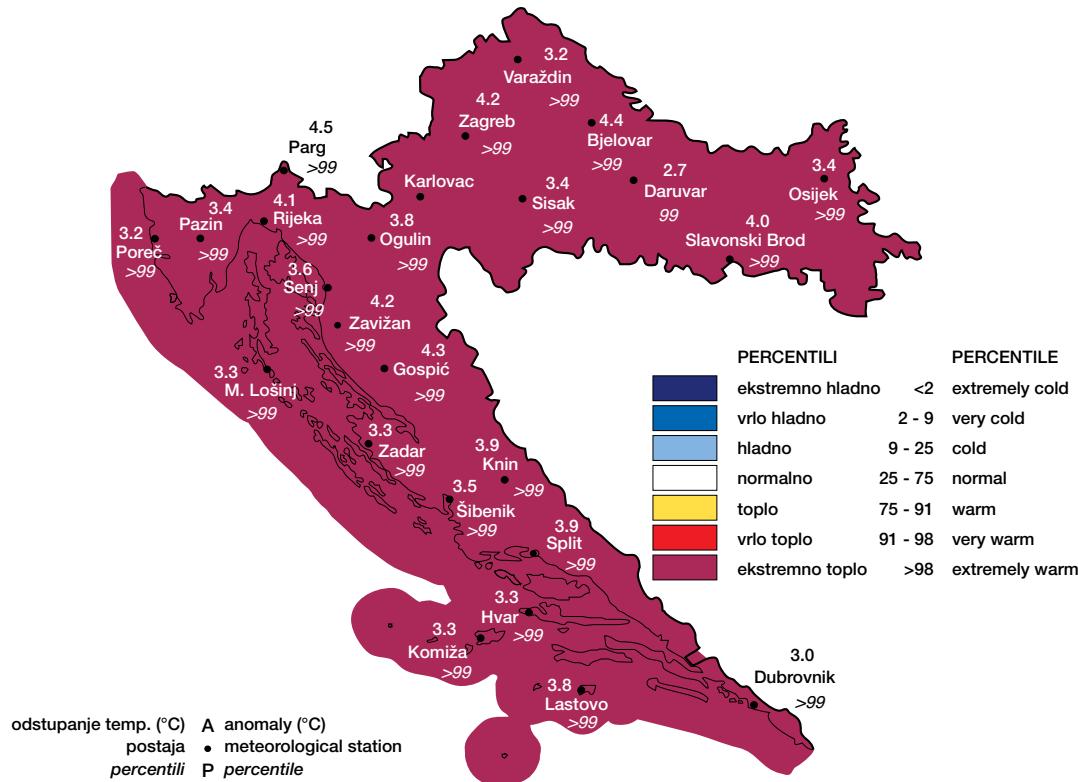
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za SRPANJ 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in JULY 2017



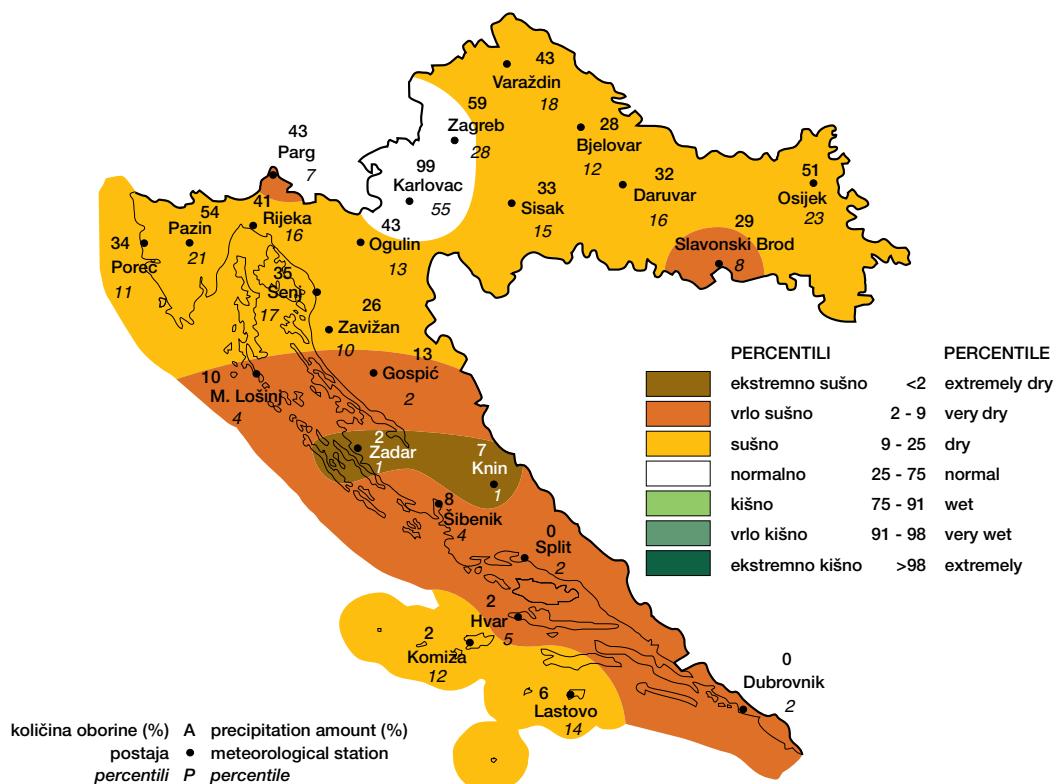
Odstupanje srednje mjesecne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za KOLOVOZ 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in AUGUST 2017



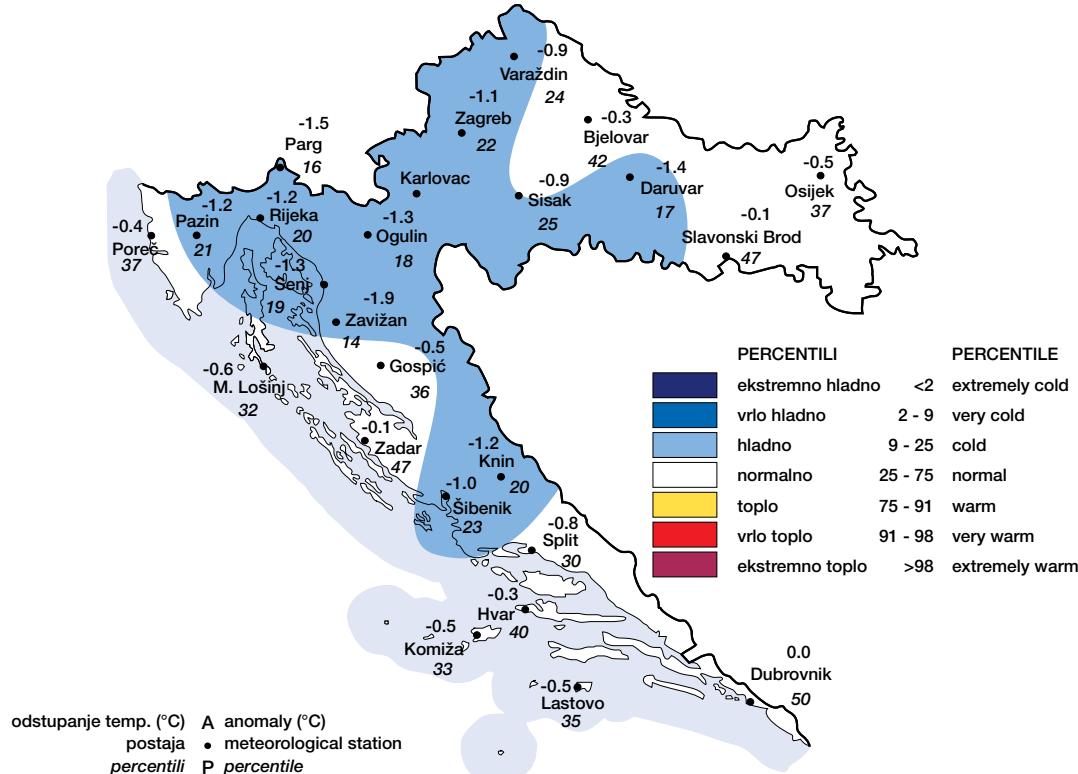
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za KOLOVOZ 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in AUGUST 2017



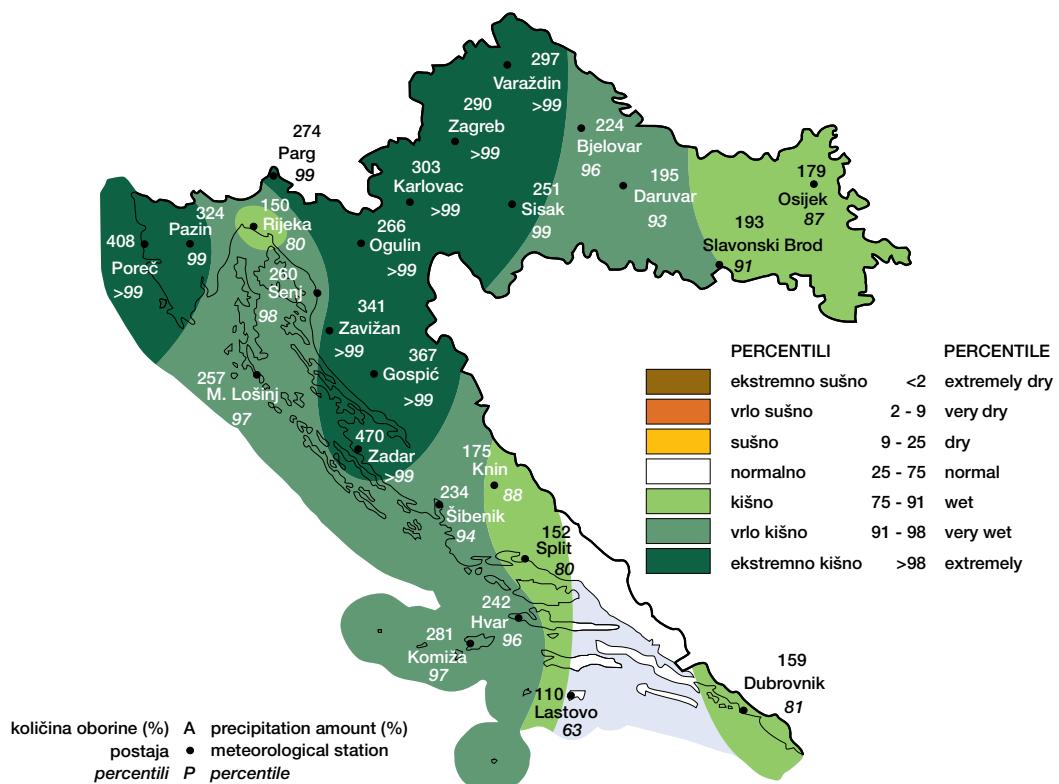
Odstupanje srednje mješevne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za RUJAN 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in SEPTEMBER 2017



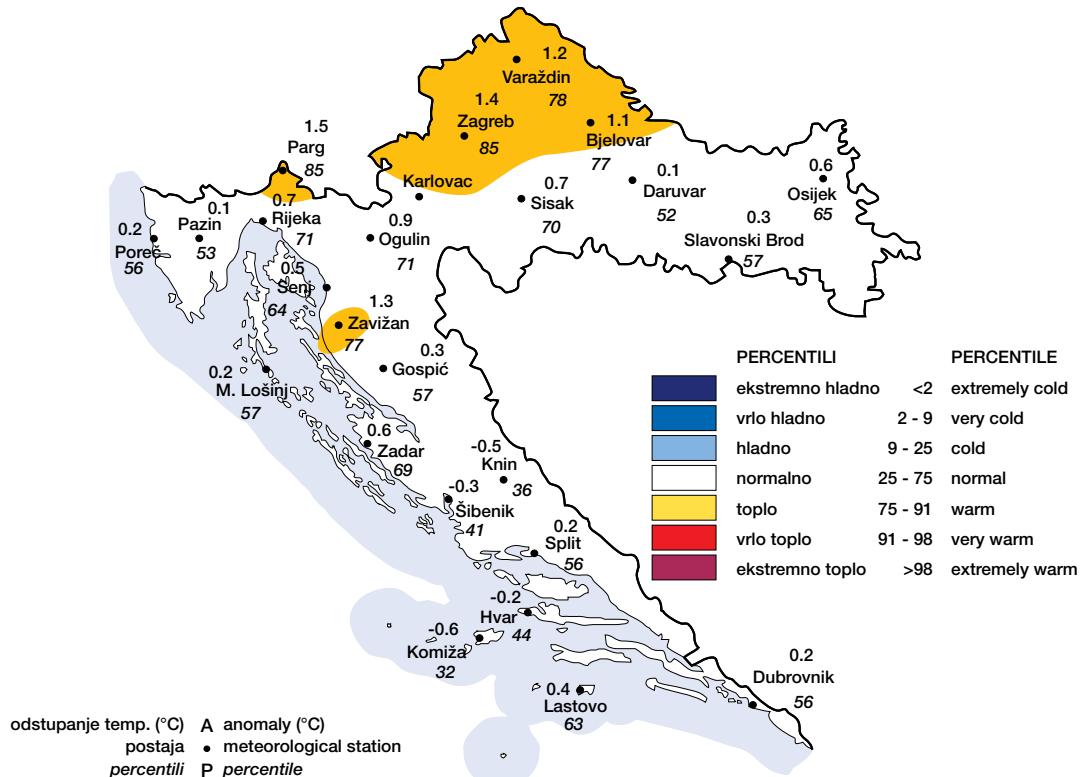
Mješevne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za RUJAN 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in SEPTEMBER 2017



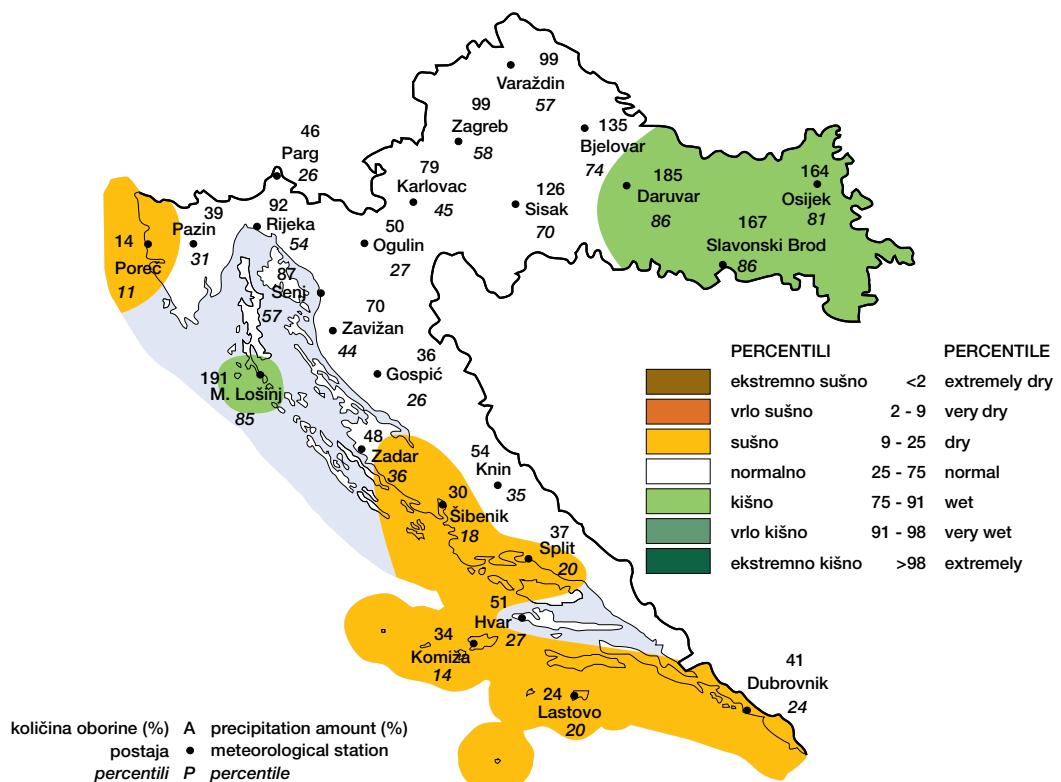
Odstupanje srednje mješevne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za LISTOPAD 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in OCTOBER 2017



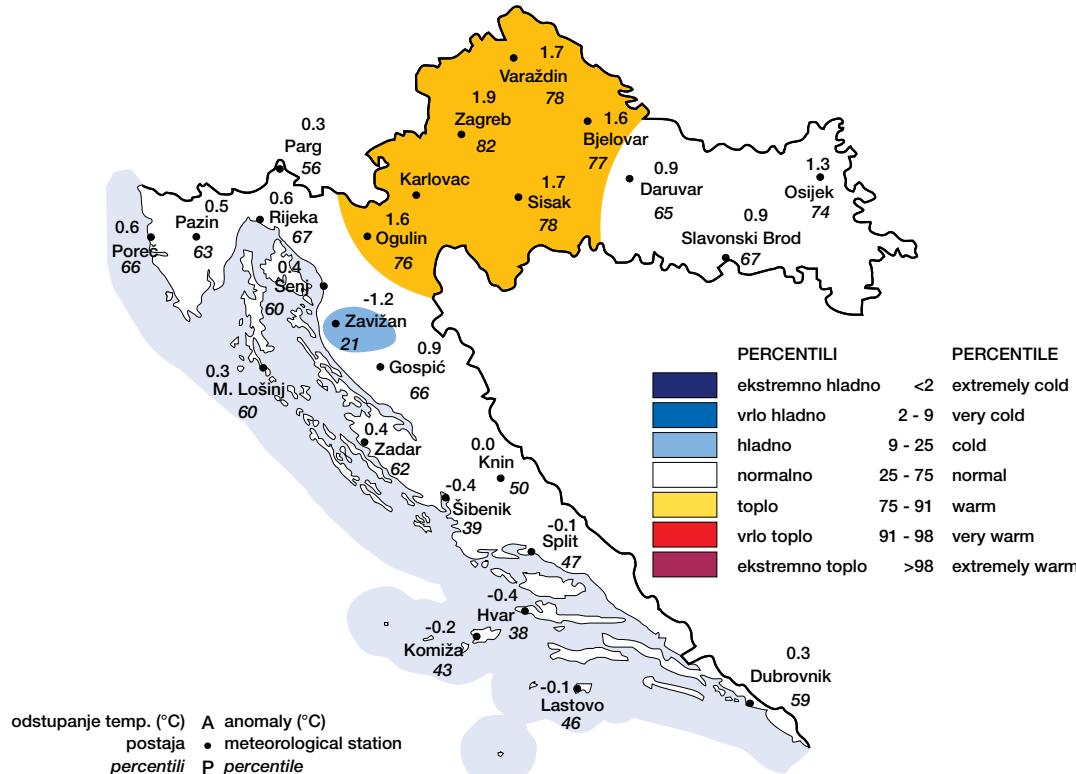
Mješevne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za LISTOPAD 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in OCTOBER 2017



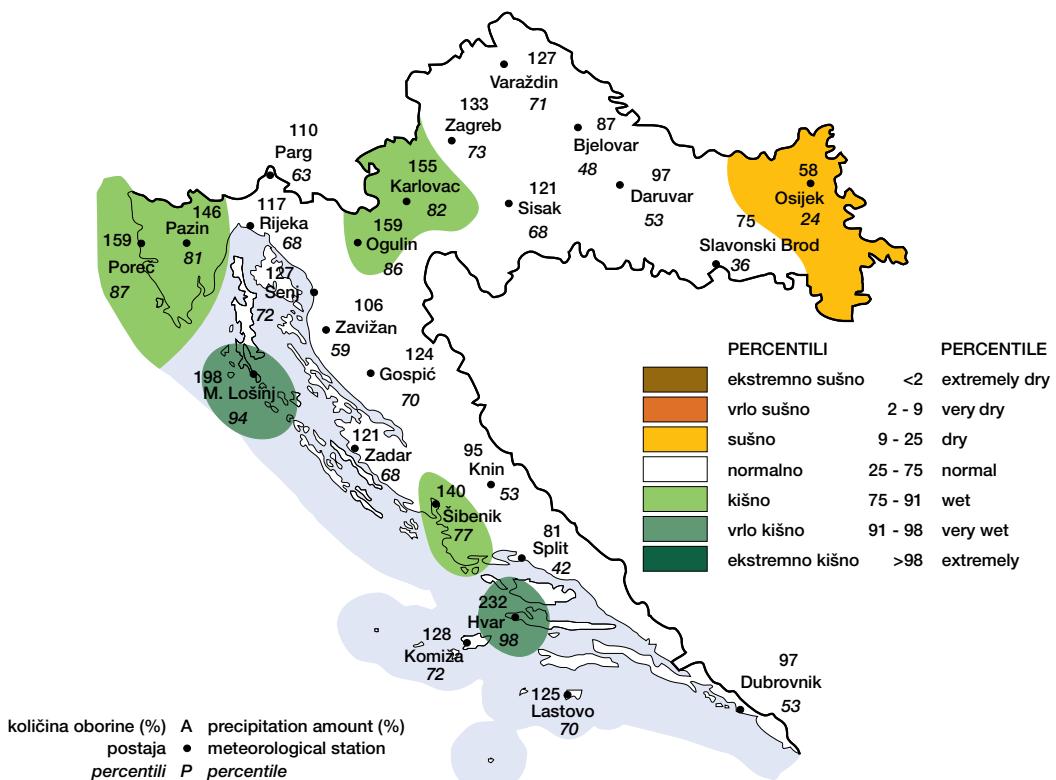
Odstupanje srednje mješevne temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za **STUDENI** 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in **NOVEMBER** 2017



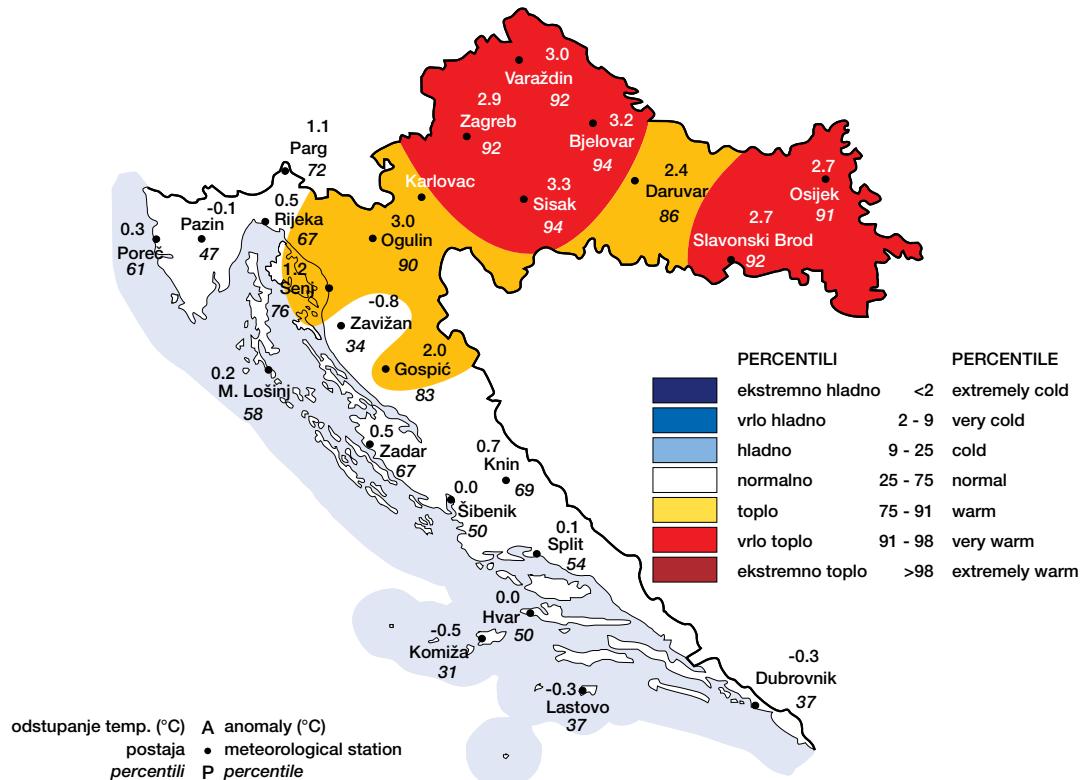
Mješevne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za **STUDENI** 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in **NOVEMBER** 2017



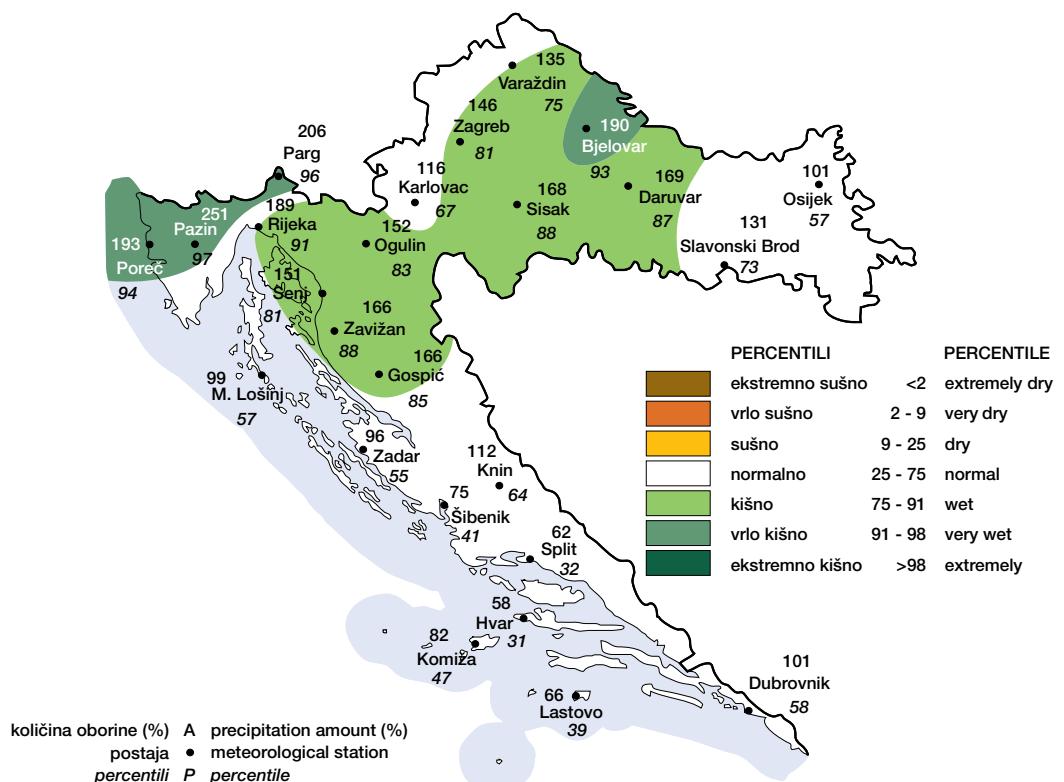
Odstupanje srednje mješevne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za PROSINAC 2017. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in DECEMBER 2017



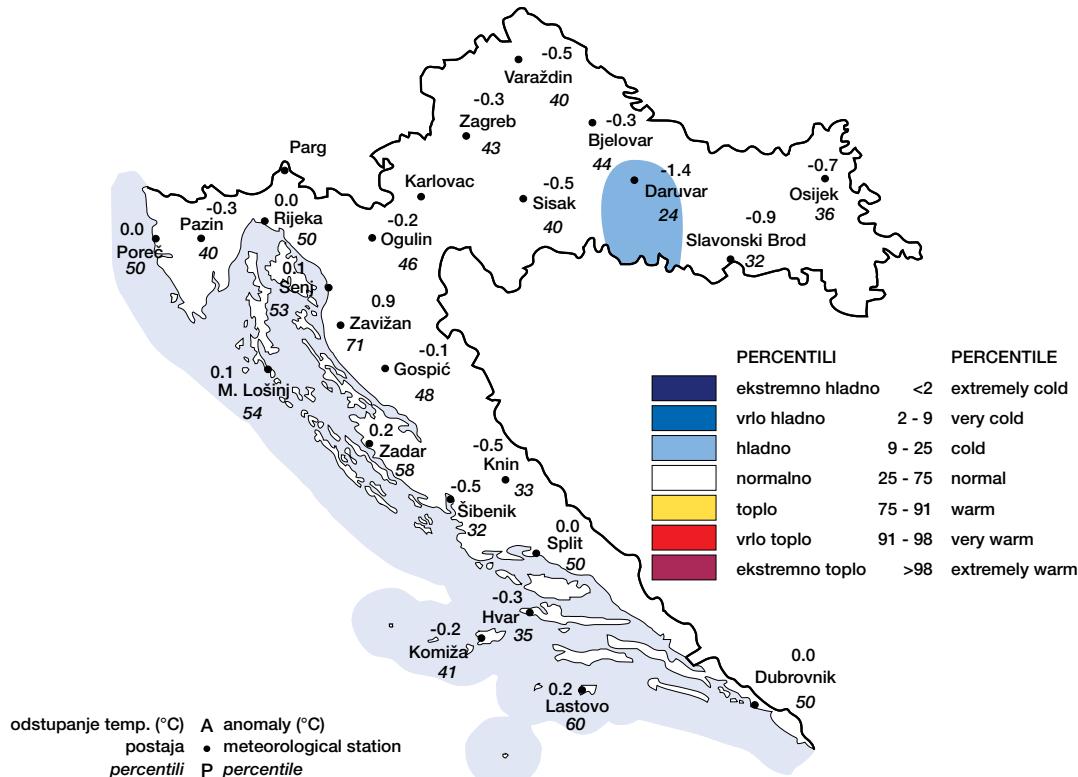
Mješevne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za PROSINAC 2017. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in DECEMBER 2017



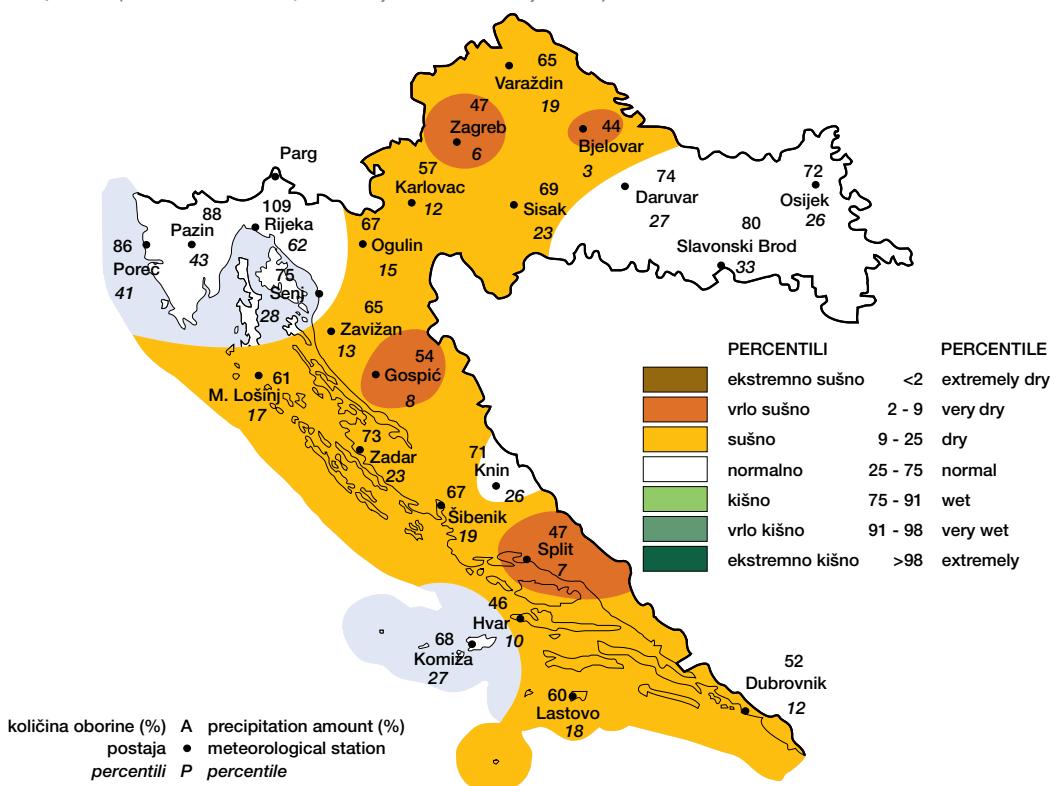
Odstupanje srednje sezonske temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za ZIMU 2016/2017. godine (prosinac 2016., siječanj i veljača 2017.)

Seasonal air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in the WINTER 2016/2017 (December 2016, January and February 2017)



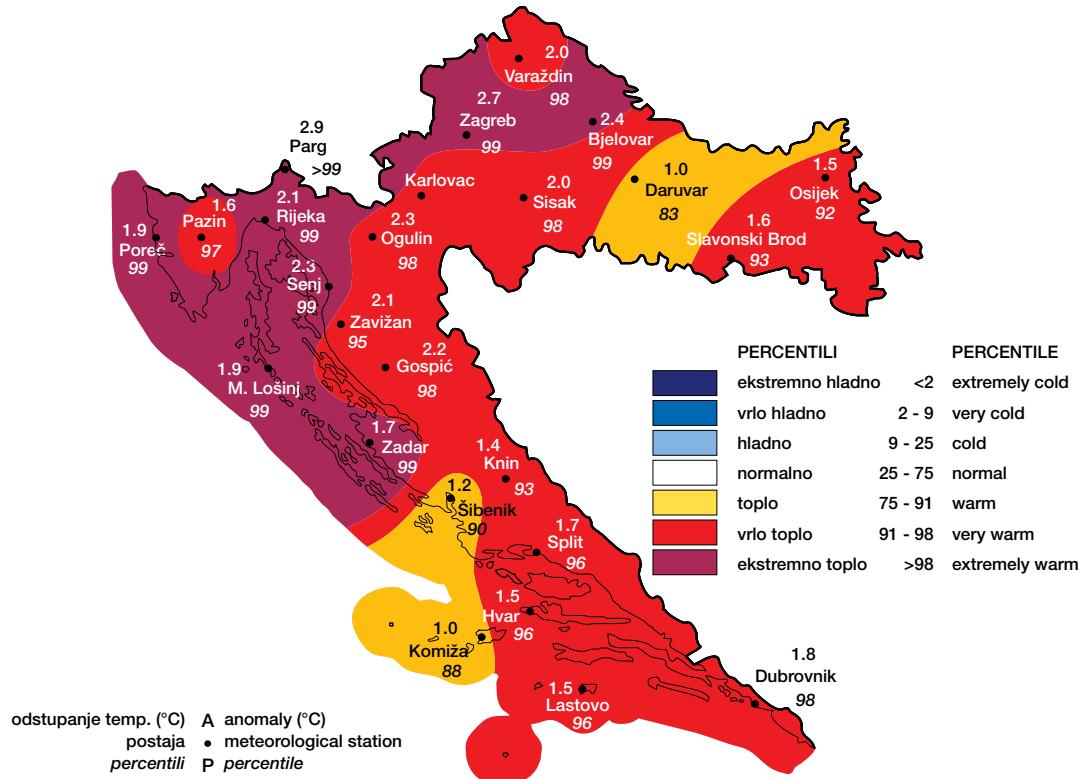
Sezonske količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za ZIMU 2016/2017. godine (prosinac 2016., siječanj i veljača 2017.)

Seasonal precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in the WINTER 2016/2017 (December 2016, January and February 2017)



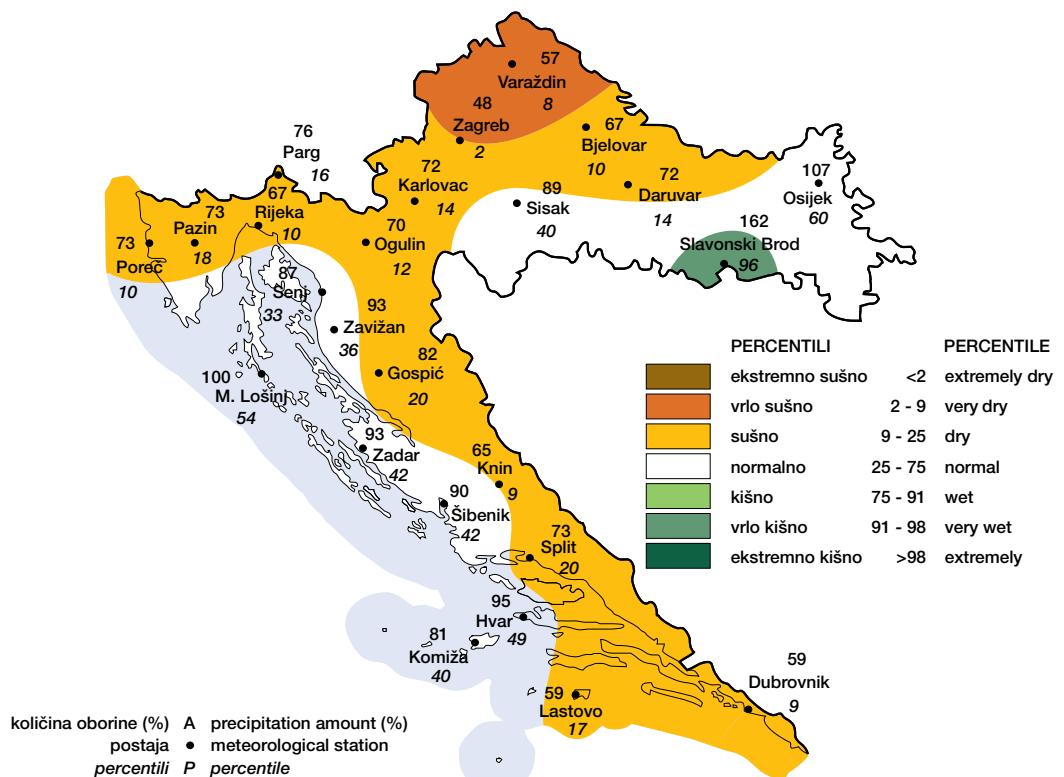
Odstupanje srednje sezonske temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za **PROLJEĆE** 2017. godine (ožujak—svibanj)

Seasonal air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in the **SPRING** 2017 (March–May)



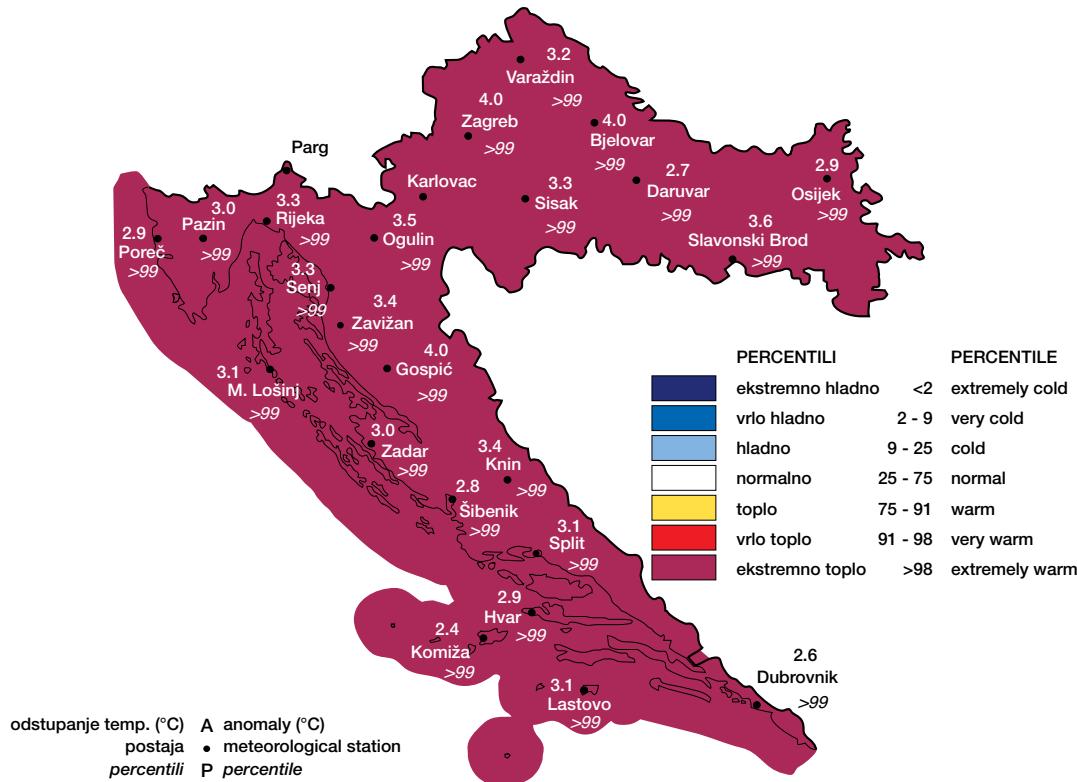
Sezonske količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za **PROLJEĆE** 2017. godine (ožujak—svibanj)

Seasonal precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in the **SPRING** 2017 (March–May)



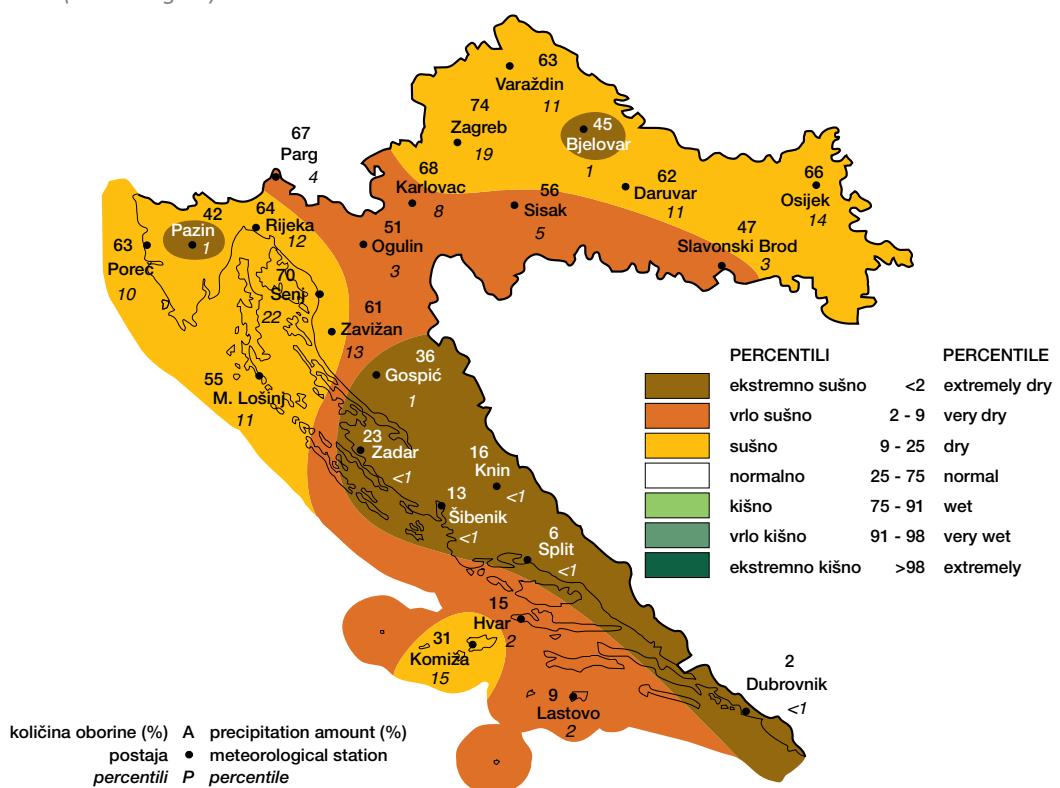
Odstupanje srednje sezonske temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za **LJETO** 2017. godine (lipanj—kolovoz)

Seasonal air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in the **SUMMER** 2017 (June–August)



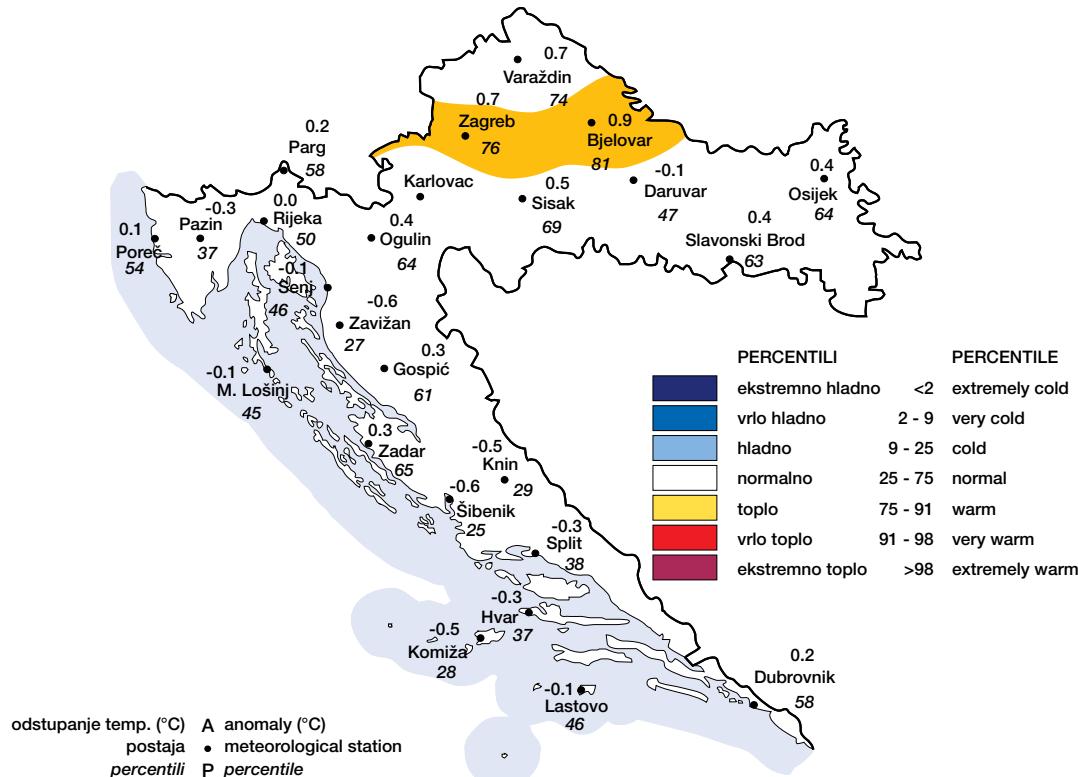
Sezonske količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za **LJETO** 2017. godine (lipanj—kolovoz)

Seasonal precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in the **SUMMER** 2017 (June–August)



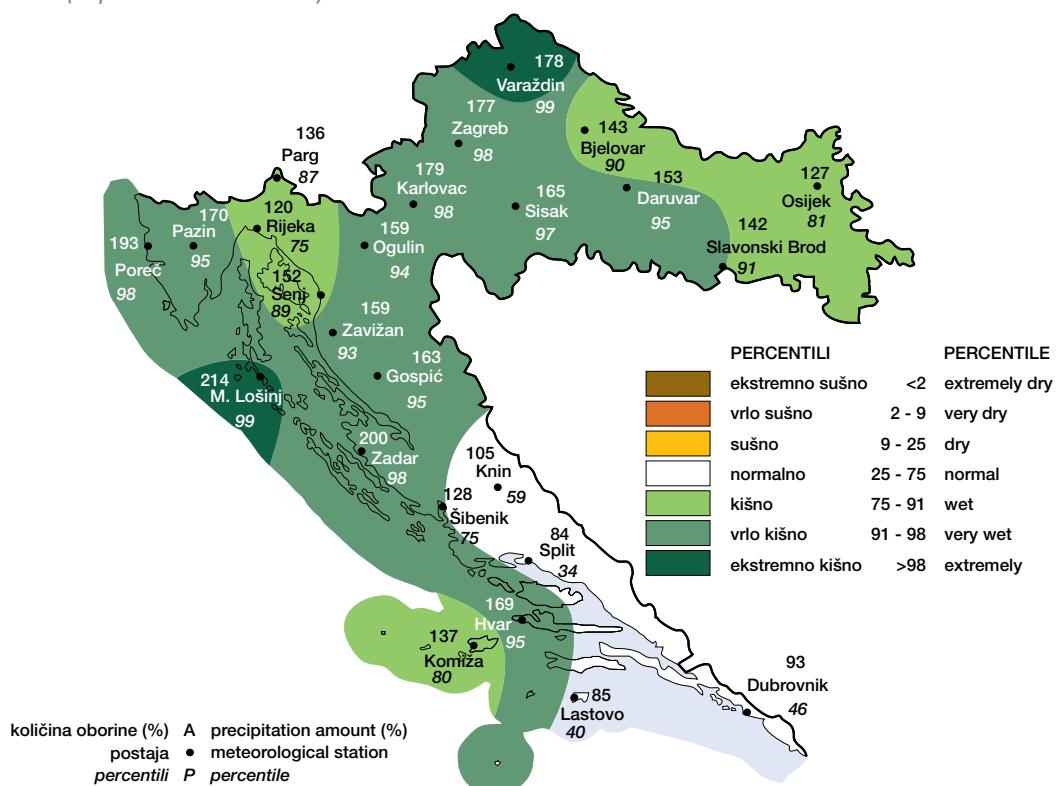
Odstupanje srednje sezonske temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za JESEN 2017. godine (rujan—studeni)

Seasonal air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in the AUTUMN 2017 (September–November)



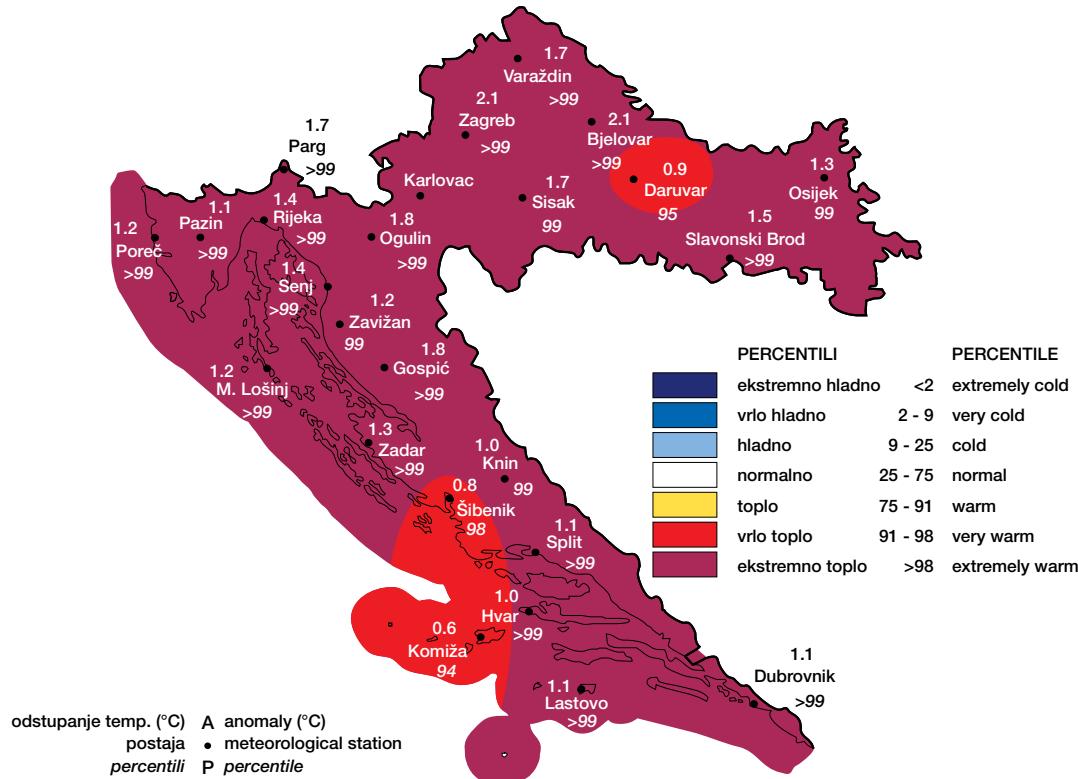
Sezonske količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za JESEN 2017. godine (rujan—studeni)

Seasonal precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in the AUTUMN 2017 (September–November)



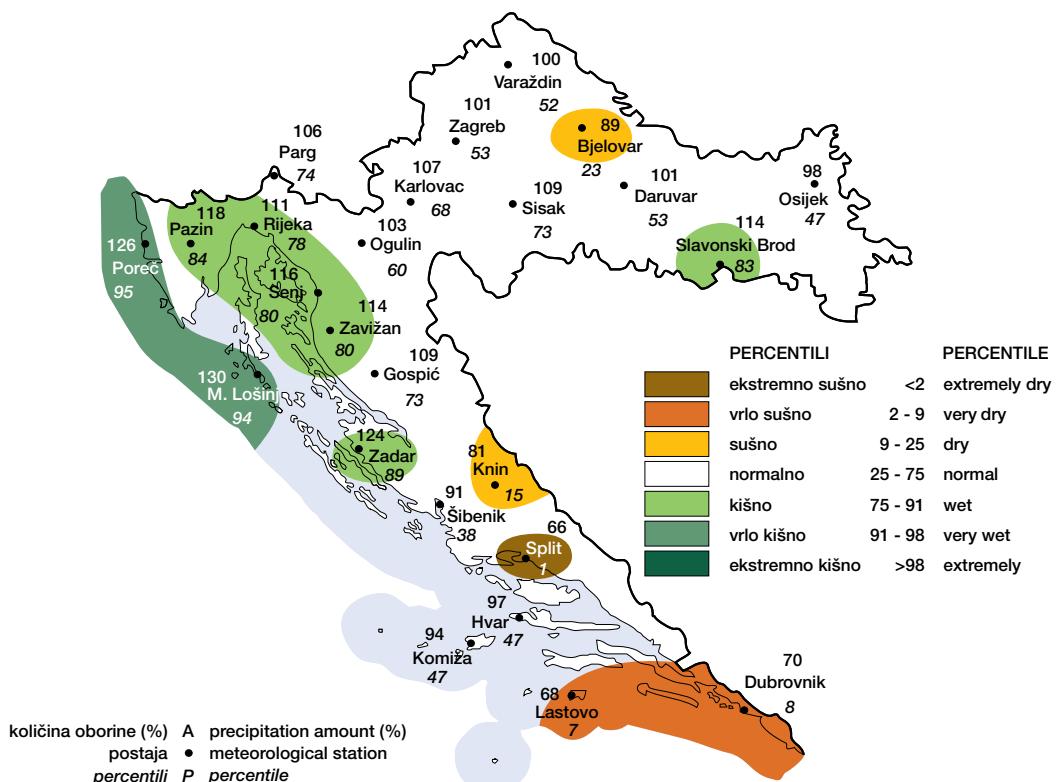
Odstupanje srednje godišnje temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za 2017. GODINU

Annual air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in the YEAR 2017



Godišnje količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. — 1990. godina za Hrvatsku za 2017. GODINU

Annual precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in the YEAR 2017



postajama dok je bojom označena pripadnost klasi razdiobe čestina anomalija, izraženih u percentilima. Anomalije mjesecnih, sezonskih i godišnjih količina oborine za postaje izražene su u postotcima višegodišnjeg prosjeka za navedeno referentno razdoblje dok je pripadnost klasi razdiobe čestina anomalija označena odgovarajućom bojom.

3. OCJENA ANOMALIJA TEMPERATURE ZRAKA I KOLIČINE OBORINE ZA HRVATSKU ZA 2017. GODINU

Analiza je napravljena na temelju kartografskog prikaza anomalija srednje mjesecne temperature zraka i mjesecne količine oborine definiranih u odnosu na višegodišnji prosjek 1961.–1990. godina kao i kartografskih prikaza odgovarajućih sezonskih i godišnjih anomalija za navedene parametre.

period 1961 – 1990 are shown as follows. The values of air temperature anomalies are indicated at the stations, and the colour describes the corresponding category of the distribution frequency anomalies expressed in percentiles. Similarly, monthly, seasonal and annual precipitation amount anomalies for the stations are expressed in percentages of the multiannual average for the above mentioned reference period, and the colour describes the corresponding category of the distribution frequency anomalies.

3. ASSESSMENT OF ANOMALIES OF AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION AMOUNTS IN CROATIA IN THE YEAR 2017

The analysis is based on maps showing the anomalies of average monthly air temperatures and monthly precipitation amounts defined as deviation from the multiannual average 1961 – 1990, as well as maps of the corresponding

Tablica 3.1 Klase odstupanja srednjih mjesecnih temperatura zraka od višegodišnjeg prosjeka (1961. – 1990.) i mjesecne količine oborine izražene u postotcima višegodišnjeg prosjeka (1961. – 1990.) za 2017. godinu, kao i ocjena toplinskih i oborinskih prilika za godišnja doba 2017. i za čitavu godinu

Table 3.1 Average monthly air temperature anomaly categories relative to the multiannual average 1961 – 1990 in 2017, and the assessment of anomalies of air temperature and precipitation amounts in all seasons of 2017, as well as entire 2017

Mjesec SIJEČANJ 2017. Month JANUARY 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	3		
	vrlo hladno very cold	65		
	hladno cold	32		
	normalno normal	0		
	toplo warm	0		
	vrlo toplo very warm	0		
	ekstremno toplo extremely warm	0		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0		
	vrlo sušno very dry	0		
	sušno dry	20		
	normalno normal	75	većinom ispod prosjeka mainly below average	
	kišno wet	5		
	vrlo kišno very wet	0		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Mjesec VELJAČA 2017. Month FEBRUARY 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0		
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	0		
	normalno normal	0		
	toplo warm	80		
	vrlo toplo very warm	20		
	ekstremno toplo extremely warm	0		

	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0		na podjednakom analiziranih broju postaja iznad odnosno ispod prosjeka at roughly equal number of analyzed stations above or below the average
	vrlo sušno very dry	0		
	sušno dry	10		
	normalno normal	50		
	kišno wet	27		
	vrlo kišno very wet	10		
	ekstremno kišno extremely wet	3		

Mjesec OŽUJAK 2017. Month MARCH 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0		
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	0		
	normalno normal	0		
	toplo warm	20		
	vrlo toplo very warm	80		
	ekstremno toplo extremely warm	0		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	3		
	vrlo sušno very dry	15		
	sušno dry	21		
	normalno normal	55	većinom ispod prosjeka mainly below average	
	kišno wet	6		
	vrlo kišno very wet	0		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Mjesec TRAVANJ 2017. Month APRIL 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0	većinom iznad prosjeka mainly above average	
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	0		
	normalno normal	52		
	toplo warm	48		
	vrlo toplo very warm	0		
	ekstremno toplo extremely warm	0		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0	većinom ispod prosjeka mainly below average	
	vrlo sušno very dry	0		
	sušno dry	15		
	normalno normal	80		
	kišno wet	0		
	vrlo kišno very wet	5		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Mjesec SVIBANJ 2017. Month MAY 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0	iznad prosjeka above average	
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	0		
	normalno normal	15		
	toplo warm	65		
	vrlo toplo very warm	20		
	ekstremno toplo extremely warm	0		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0	ispod prosjeka below average	
	vrlo sušno very dry	0		
	sušno dry	15		
	normalno normal	80		
	kišno wet	0		
	vrlo kišno very wet	5		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Mjesec LIPANJ 2017. Month JUNE 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0		
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	0		
	normalno normal	0		
	toplo warm	0		
	vrlo toplo very warm	0		
	ekstremno toplo extremely warm	100		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	15		
	vrlo sušno very dry	25		
	sušno dry	40		
	normalno normal	20	na podjednakom analiziranih broju postaja iznad odnosno ispod prosjeka at roughly equal number of analyzed stations above or below the average	
	kišno wet	0		
	vrlo kišno very wet	0		
	ekstremno kišno extremely wet	0		
Mjesec SRPANJ 2017. Month JULY 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0		
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	0		
	normalno normal	0		
	toplo warm	0		
	vrlo toplo very warm	20		
	ekstremno toplo extremely warm	80		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0		
	vrlo sušno very dry	15		
	sušno dry	25		
	normalno normal	60	većinom ispod prosjeka mainly below average	
	kišno wet	0		
	vrlo kišno very wet	0		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Mjesec KOLOVOZ 2017. Month AUGUST 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0		
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	0		
	normalno normal	0		
	toplo warm	0		
	vrlo toplo very warm	0		
	ekstremno toplo extremely warm	100		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	7		
	vrlo sušno very dry	35		
	sušno dry	56		
	normalno normal	12	ispod prosjeka below average	
	kišno wet	0		
	vrlo kišno very wet	0		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Mjesec RUJAN 2017. Month SEPTEMBER 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0		
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	50		
	normalno normal	50	većinom ispod prosjeka mainly below average	
	toplo warm	0		
	vrlo toplo very warm	0		
	ekstremno toplo extremely warm	0		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0		
	vrlo sušno very dry	0		
	sušno dry	0		
	normalno normal	10	iznad prosjeka above average	
	kišno wet	20		
	vrlo kišno very wet	30		
	ekstremno kišno extremely wet	40		

Mjesec LISTOPAD 2017. Month OCTOBER 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0		
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	20		
	normalno normal	80	većinom iznad prosjeka mainly above average	
	toplo warm	0		
	vrlo toplo very warm	0		
	ekstremno toplo extremely warm	0		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0		
	vrlo sušno very dry	0		
	sušno dry	30		
	normalno normal	50	većinom iznad prosjeka mainly above average	
	kišno wet	20		
	vrlo kišno very wet	0		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Mjesec STUDENI 2017. Month NOVEMBER 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0		
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	4		
	normalno normal	68	većinom iznad prosjeka mainly above average	
	toplo warm	28		
	vrlo toplo very warm	0		
	ekstremno toplo extremely warm	0		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0		
	vrlo sušno very dry	0		
	sušno dry	10		
	normalno normal	55	većinom iznad prosjeka mainly above average	
	kišno wet	25		
	vrlo kišno very wet	10		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Mjesec PROSINAC 2017. Month DECEMBER 2017				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0	na podjednakom analiziranih broju postaja iznad odnosno ispod prosjeka at roughly equal number of analyzed stations above or below the average	
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	0		
	normalno normal	40		
	toplo warm	30		
	vrlo toplo very warm	30		
	ekstremno toplo extremely warm	0		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0	na podjednakom analiziranih broju postaja iznad odnosno ispod prosjeka at roughly equal number of analyzed stations above or below the average	
	vrlo sušno very dry	0		
	sušno dry	0		
	normalno normal	55		
	kišno wet	35		
	vrlo kišno very wet	10		
	ekstremno kišno extremely wet	0		
Godišnje doba ZIMA 2016/2017. (XII 2016., I i II 2017.) Season WINTER 2016/2017 (XII 2016, I and II 2017)				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0	većinom ispod prosjeka mainly below average	
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	10		
	normalno normal	90		
	toplo warm	0		
	vrlo toplo very warm	0		
	ekstremno toplo extremely warm	0		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0	većinom ispod prosjeka mainly below average	
	vrlo sušno very dry	15		
	sušno dry	50		
	normalno normal	35		
	kišno wet	0		
	vrlo kišno very wet	0		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Godišnje doba PROLJEĆE 2017. (III—V) Season SPRING 2017 (III—V)				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0		
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	0		
	normalno normal	0		
	toplo warm	20		
	vrlo toplo very warm	50		
	ekstremno toplo extremely warm	30		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0		
	vrlo sušno very dry	15		
	sušno dry	45		
	normalno normal	35	većinom ispod prosjeka mainly below average	
	kišno wet	0		
	vrlo kišno very wet	5		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Godišnje doba LJETO 2017. (VI—VIII) Season SUMMER 2017 (VI—VIII)				
	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average	
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0		
	vrlo hladno very cold	0		
	hladno cold	0		
	normalno normal	0		
	toplo warm	0		
	vrlo toplo very warm	0		
	ekstremno toplo extremely warm	100		
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	30		
	vrlo sušno very dry	30		
	sušno dry	40		
	normalno normal	0		
	kišno wet	0		
	vrlo kišno very wet	0		
	ekstremno kišno extremely wet	0		

Godišnje doba JESEN 2017. (IX–XI) Season AUTUMN 2017 (IX–XI)

	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0	
	vrlo hladno very cold	0	
	hladno cold	0	
	normalno normal	82	na podjednakom analiziranih broju postaja iznad odnosno ispod prosjeka at roughly equal number of analyzed stations above or below the average
	toplo warm	18	
	vrlo toplo very warm	0	
	ekstremno toplo extremely warm	0	

	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	0	
	vrlo sušno very dry	0	
	sušno dry	0	
	normalno normal	15	na podjednakom analiziranih broju postaja iznad odnosno ispod prosjeka at roughly equal number of analyzed stations above or below the average
	kišno wet	30	
	vrlo kišno very wet	45	
	ekstremno kišno extremely wet	10	

Razdoblje GODINA 2017. Period YEAR 2017

	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average
temperatura temperature	ekstremno hladno extremely cold	0	
	vrlo hladno very cold	0	
	hladno cold	0	
	normalno normal	0	
	toplo warm	0	
	vrlo toplo very warm	15	
	ekstremno toplo extremely warm	85	

	klasa category	% u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske % of the total Croatian territory	odnos u klasi normalno s obzirom na prosjek normal category characteristics in relation to the average
oborina precipitation	ekstremno sušno extremely dry	3	
	vrlo sušno very dry	10	
	sušno dry	6	
	normalno normal	56	na većem broju analiziranih postaja i iznad prosjeka at greater number of analyzed stations above average
	kišno wet	15	
	vrlo kišno very wet	10	
	ekstremno kišno extremely wet	0	

3.1 Ocjena toplinskih i oborinskih prilika u Hrvatskoj za 2017. godinu

Kvantitativna ocjena toplinskih i oborinskih prilika na području Hrvatske za 2017. godinu može se dopuniti sažetim opisom prikazanim u tablici 3.1. U tablici 3.1 analiziraju se mjesecna, sezonska i godišnja razdoblja u usporedbi s referentnim razdobljem 1961.—1990. godina. U prvom stupcu tablice su klase odstupanja temperature zraka od standardnog višegodišnjeg prosjeka kao i odgovarajuće klase količine oborine, u drugoj koloni je postotak u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske za pojedinu klasu dok je u trećoj koloni raščlamba područja s vrijednostima temperature zraka i količine oborine iznad odnosno ispod odgovarajućeg višegodišnjeg prosjeka za klasu normalno.

seasonal and annual anomalies for the above mentioned meteorological elements.

3.1 Assessment of climate anomalies in Croatia in 2017

The quantitative assessment of temperature and precipitation climate anomalies in Croatia in 2017 is supplemented with the brief description shown in Table 3.1. Monthly, seasonal and annual periods relative to the WMO reference period 1961 – 1990 are analyzed in Table 3.1. The first column of Table 3.1 contains categories of the air temperature anomalies in reference to the WMO standard multiannual average (1961-1990) as well as corresponding precipitation amount categories. The second column contains the percentage of the total Croatian territory for each category, and the third column contains a division

Tablica 3.2. Popis ekstremnih klimatskih razdoblja na području Hrvatske u 2017. godini

Table 3.2 The list of extreme climate periods in Croatia in 2017

	Mjesečna razdoblja	Monthly periods
ekstremno hladno <i>extremely cold</i>	siječanj <i>January</i>	šire područje otoka Hvara <i>wider area of the island of Hvar</i>
	lipanj <i>June</i>	cijela Hrvatska <i>entire Croatian territory</i>
ekstremno toplo <i>extremely warm</i>	srpanj <i>July</i>	područje cijele Hrvatske izuzevši šire područje Pazina, Rijeke i Senja, dio srednjeg Jadrana i dio istočne Hrvatske <i>Croatian territory except the wider area of the towns of Pazin, Rijeka and Senj and part of the Middle Adriatic and Eastern Croatia</i>
	kolovoz <i>August</i>	cijela Hrvatska <i>entire Croatian territory</i>
ekstremno sušno <i>extremely dry</i>	ožujak <i>March</i>	šire područje Zagreba <i>wider area of the city of Zagreb</i>
	lipanj <i>June</i>	šire područje Gospića, dio zaleđa srednjeg Jadrana <i>wider area of the town of Gospic and part of the hinterland of the Middle Adriatic</i>
ekstremno kišno <i>extremely wet</i>	kolovoz <i>August</i>	šire područje Zadra i Knina <i>wider areas of the towns of Zadar and Knin</i>
	veljača <i>February</i>	šire područje Rijeke <i>wider area of the town of Rijeka</i>
	rujan <i>September</i>	područje Istre, sjeverna i središnja Hrvatska s dijelom srednjeg Jadrana <i>Istria region, Northern and Central Croatia with the part of the Middle Adriatic</i>

		Godišnja doba Seasons
ekstremno hladno <i>extremely cold</i>		niti jedno područje <i>no areas in this category</i>
ekstremno toplo <i>extremely warm</i>	proljeće <i>Spring</i>	dio sjeverne Hrvatske te dio sjevernog i srednjeg Jadrana <i>part of Northern Croatia, and part of the Northern and Middle Adriatic</i>
	ljeto <i>Summer</i>	cijela Hrvatska <i>entire Croatian territory</i>
ekstremno sušno <i>extremely dry</i>	ljeto <i>Summer</i>	šire područje Bjelovara i Pazina, dio srednjeg i južnog Jadrana sa zaleđem <i>wider areas of the towns of Bjelovar and Pazin, part of the Middle and Southern Adriatic and their hinterland</i>
ekstremno kišno <i>extremely wet</i>	jesen <i>Autumn</i>	šire područje Varaždina i Malog Lošinja <i>wider areas of the towns of Varaždin and Mali Lošinj</i>

Godina 2017. Period YEAR 2017	
ekstremno hladno <i>extremely cold</i>	niti jedno područje <i>no areas in this category</i>
ekstremno toplo <i>extremely warm</i>	područje cijele Hrvatske izuzevši šire područje Daruvara i te dio srednjeg i južnog Jadrana <i>Croatian territory except the wider area of the town of Daruvar as well as the part of the Middle and Southern Adriatic</i>
ekstremno sušno <i>extremely dry</i>	šire područje Splita <i>wider area of the town of Split</i>
ekstremno kišno <i>extremely wet</i>	niti jedno područje <i>no areas in this category</i>

Prema podacima navedenim u tablici 3.1 godina 2017. je bila ekstremno topla na 85% područja Republike Hrvatske, dok je preostalih 15% područja svrstano u kategoriju vrlo toplo. Istovremeno je prevladavalo kišno vrijeme na 15%, vrlo kišno na 10%, sušno na 6%, vrlo sušno na 10%, ekstremno sušno na 3% područja, dok je preostalih 56% teritorija svrstano u kategoriju normalno.

3.2 Ekstremna klimatska razdoblja u 2017. godini

Ekstremne klimatske prilike kao što su toplinski i hladni valovi te ekstremno sušna i vlažna razdoblja od osobite su važnosti jer znatno utječu na ljudе i gospodarstvo (tablica 3.2). Izdvajanje takvih razdoblja na različitim vremenskim ljestvicama (od mјesečne do godišnje) izvršna je dodatna podloga

of the analyzed area with temperature and precipitation amount values above or below the corresponding multiannual average for the normal category.

According to the data shown in Table 3.1, 2017 was extremely warm in 85% of Croatia's territory and very warm in the remaining 15%. Wet weather was prevalent in 15%, very wet weather in 10%, dry weather in 6%, very dry in 10% and extremely dry weather in 3% of Croatia's territory. The weather in the remaining 56% of Croatia's territory is classified as normal.

3.2 Extreme climate periods in 2017

Extreme climate conditions such as heat and cold waves and extremely dry and wet periods are of particular importance because they affect the people and the economy (Table 3.2). Recognizing these periods on different time scales (month, season, year) is an excellent basis for

za analizu njihova utjecaja na gospodarstvo (poljodjelstvo, turizam, promet itd.), a katkad su nažalost i uzrok gubitka ljudskih života.

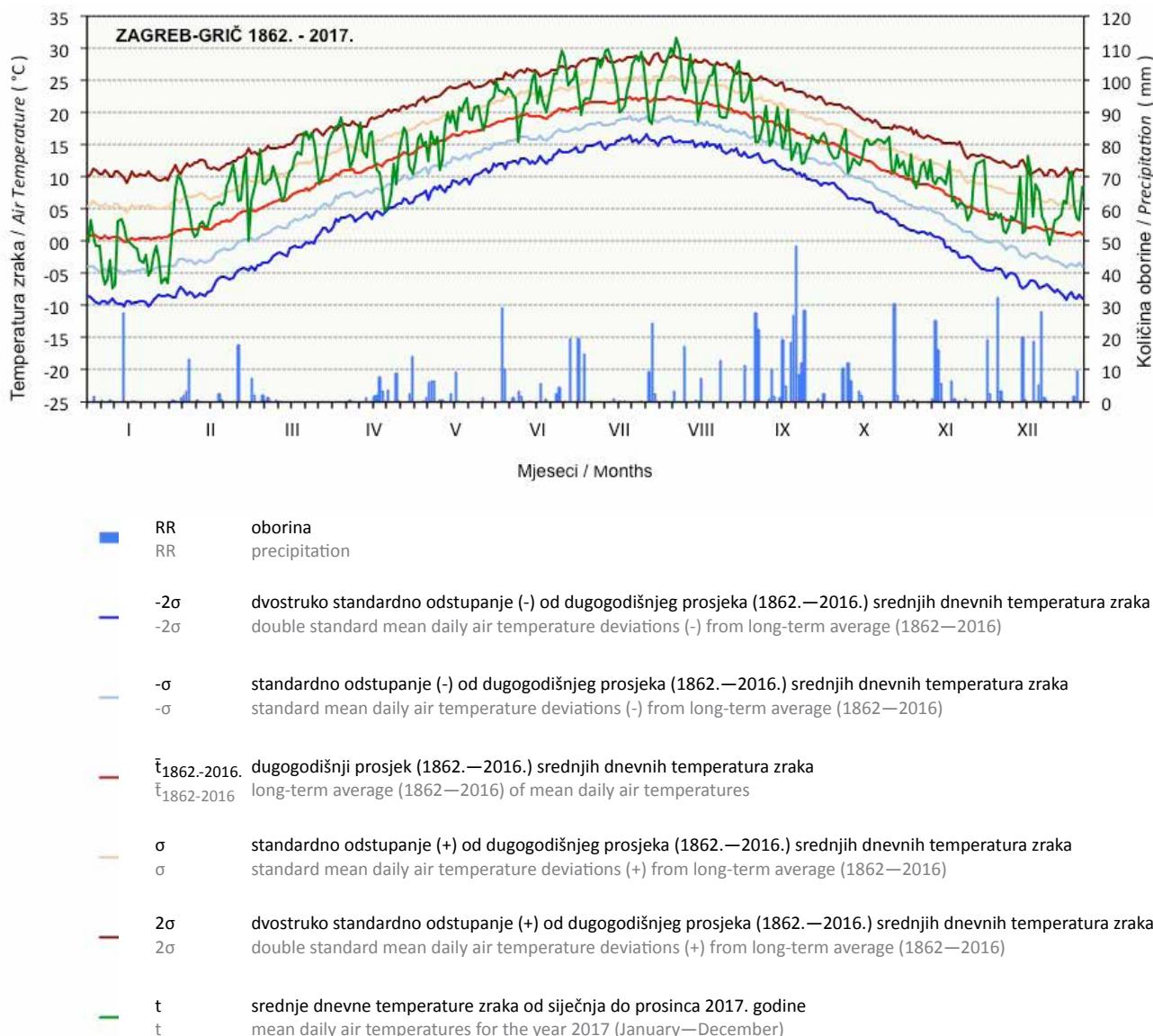
3.3 Dodatna analiza klimatskih anomalija u 2017. godini

Prikazana analiza klimatskih anomalija daje općenitu ocjenu klime u Hrvatskoj za 2017. godinu. Detaljniji uvid od prikazanog može dati analiza vremenskih pojava na vremenskoj ljestvici koja nije unaprijed definirana, nego koja ovisi o duljini trajanja klimatskog odnosno vremenskog događaja.

further analysis of their impact on the economy (agriculture, tourism, transport, etc.) and sometimes, unfortunately, the loss of human lives.

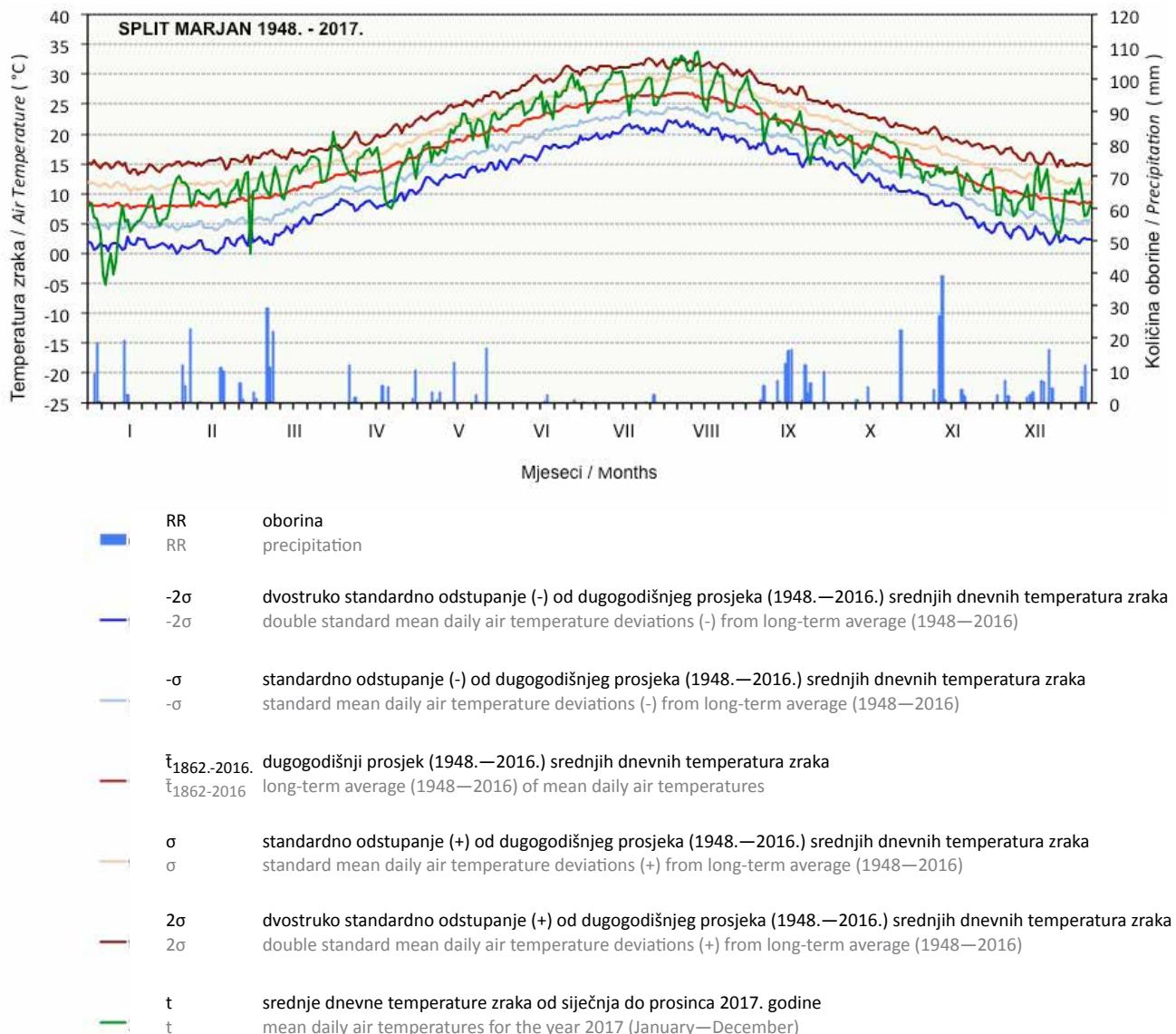
3.3. Additional analysis of climate anomalies in Croatia in 2017

The presented analysis of climate anomalies provides a general assessment of climate anomalies in Croatia for the year 2017. An analysis of weather events on a scale that is not pre-defined, but dependent on the duration of climate or weather events, can provide a more detailed insight than the above analysis.



Slika 3.1 Srednje dnevne temperature zraka za Zagreb-Grič za 2017. godinu u odnosu na dugogodišnji prosjek 1862.—2016. godina i dnevne količine oborine za 2017. godinu

Figure 3.1 Mean daily air temperatures at Zagreb-Grič in 2017 relative to the long-term average 1862–2016, and daily precipitation amounts in the year 2017



Slika 3.2 Srednje dnevne temperature zraka za Split-Marjan za 2017. godinu u odnosu na dugogodišnji prosjek 1948. – 2016. godina i dnevne količine oborine za 2017. godinu

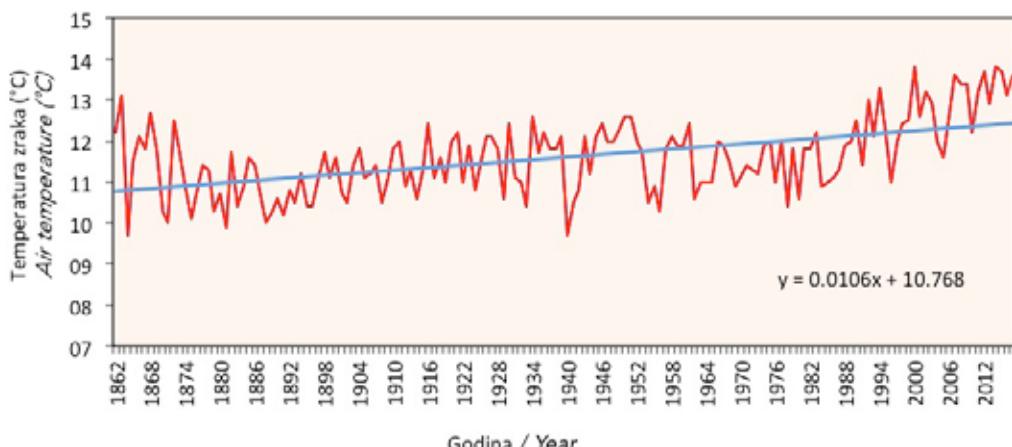
Figure 3.2 Mean daily air temperatures at Split-Marjan in 2017 relative to the long-term average 1948–2016, and daily precipitation amounts in the year 2017

Detaljniji uvid u promjenu srednje dnevne temperature zraka i količine oborine tijekom 2017. godine na području Hrvatske moguć je promatranjem prikaza tih elemenata na slikama 3.1 i 3.2. Stoljetni trend srednjih godišnjih temperatura zraka za Zagreb-Grič prikazan je na slici 3.3. Očigledan je i dalje pozitivan trend srednje godišnje temperature zraka $1.06^{\circ}\text{C}/100$ god uz odgovarajuće međugodišnje varijacije.

Za razliku od rastućeg trenda srednje godišnje temperature zraka uočava se slabo izražen negativan

A more comprehensive insight in the changes in average daily air temperature and precipitation amounts in 2017 is obtained by a study of the graphs of these elements in Figures 3.1 and 3.2. The secular average annual air temperature trend for Zagreb-Grič is shown in Figure 3.3. The positive trend in average annual air temperature of $1.06^{\circ}\text{C}/100$ yrs is apparent, with certain inter-annual variations.

In contrast to the positive average annual air temperature trend, a slight negative trend is noticed in annual precipitation amounts for Zagreb-Grič shown in Figure 3.4.



Slika 3.3 Srednje godišnje temperature zraka za Zagreb-Grič za razdoblje 1862. – 2017. godina

Figure 3.3 Mean annual air temperatures at Zagreb–Grič in the period 1862 – 2017

trend godišnjih količina oborine prikazan na slici 3.4. I u ovom slučaju prisutne su znatne međugodišnje varijacije.

3.3.1 Analiza anomalija godišnje temperature zraka i količine oborine

Srednja godišnja temperatura zraka u Hrvatskoj u 2017. godini je bila iznad višegodišnjeg prosjeka (1961. – 1990.). Anomalije srednje godišnje temperature zraka bile su u rasponu od 0.6°C (Komiža) do 2.1°C (Bjelovar i Zagreb-Grič) (poglavlje 2). Prema klasifikaciji zasnovanoj na razdiobi percentila toplinski uvjeti u Hrvatskoj u 2017. godini opisani su dominantnom kategorijom **ekstremno toplo** dok se šire područje Daruvara te dio srednjeg i južnog Jadrana nalazi u kategoriji **vrlo toplo**.

Godišnje količine oborine za 2017. godinu, izražene kao postotak (%) višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina, bile su iznad prosjeka na većem broju analiziranih meteoroloških postaja (poglavlje 2) odnosno u rasponu od 66% (Split-Marjan) do 130% (Mali Lošinj) navedenog višegodišnjeg prosjeka. Šire područje Splita nalazi se u kategoriji **ekstremno sušno** dok se dio južnog Jadrana nalazi u kategoriji **vrlo sušno**. Šire područje Bjelovara i Knina nalazi se u kategoriji **sušno**. Dio sjevernog Jadrana nalazi se u kategoriji **vrlo kišno** dok je šire područje Zadra, Zavižana, dio Istre i Kvarnera te šire područje Slavonskog Broda svrstano u kategoriju **kišno**. Ostatak Hrvatske je u kategoriji **normalno**.

Za postaju Zagreb-Grič srednja godišnja temperatura zraka za 2017. iznosi 13.6°C (isto kao i za 2007. godinu), što je svrstava na treće mjesto u skupini najtopljih godina dotične postaje od početka meteoroloških motrenja, tj. od 1862. (slika 3.5). Vidljivo je da je od devetnaest najtopljih godina za Zagreb-Grič petnaest godina iz 21. stoljeća.

Certain inter-annual variations of precipitation amounts exist in this case as well.

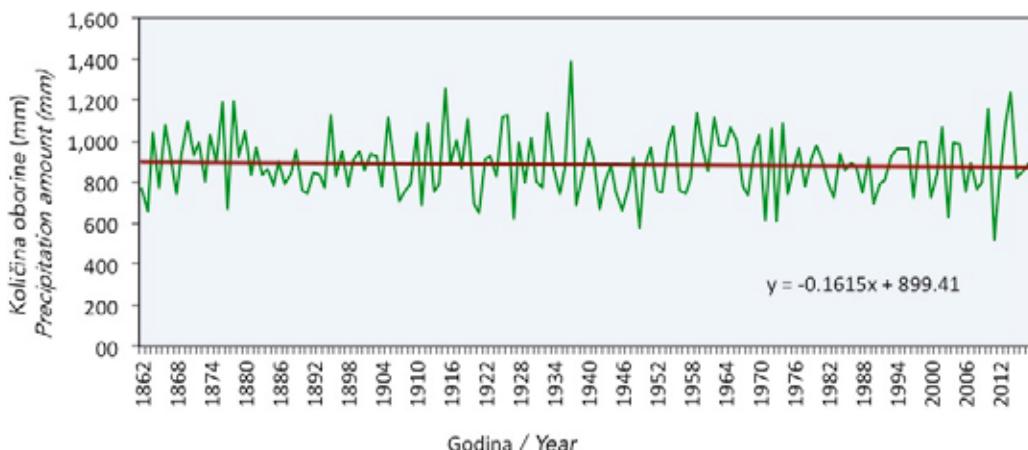
3.3.1 Analysis of annual air temperature and precipitation anomalies

The average annual air temperature in Croatia in 2017 was above the multiannual mean (1961 – 1990). Average annual air temperature anomalies were within a 0.6°C-2.1°C range (Chapter 2).

According to percentile ranks and classification ratings, thermal conditions in Croatia in 2017 dominantly fall into the extremely warm category, while wider area of the town of Daruvar and part of the Middle and Southern Adriatic fall into the very warm category.

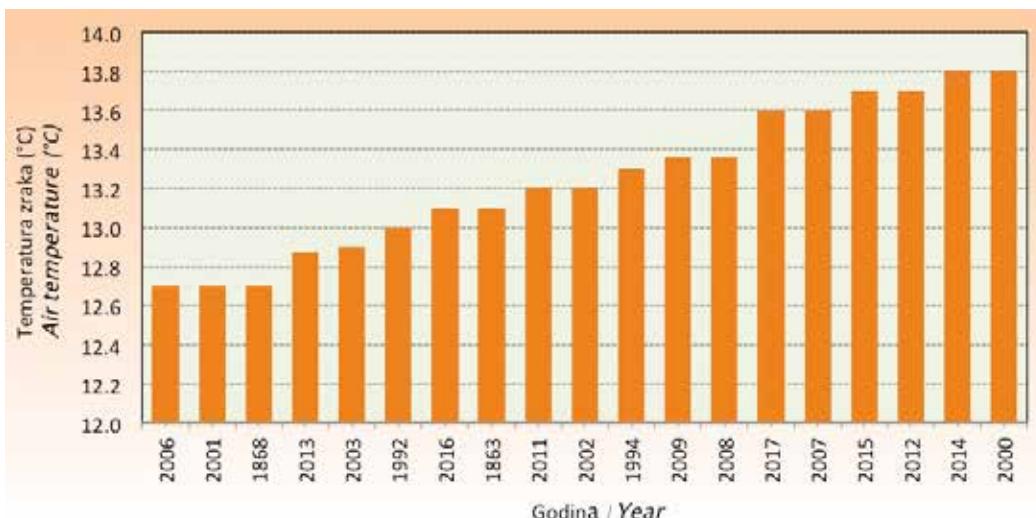
An analysis of annual precipitation amounts in 2017 expressed as percentages (%) of the 1961 – 1990 average indicates that precipitation amounts in Croatia at most meteorological stations encompassed by the analysis were above average (Chapter 2). A comparison with the multiannual mean reveals that the precipitation amounts in 2017 were within the range of 66%-130% of the above mentioned average. The wider area of the town of Split falls into the **extremely dry** category while part of the Southern Adriatic falls into the **very dry** category. The wider areas of the towns of Bjelovar and Knin are in the **dry** category. Part of the Northern Adriatic is in the **very wet** category while the wider areas of the town Zadar and Zavižan as well as Istria and Kvarner regions and the wider area of the town of Slavonski Brod are in the **wet** category. The rest of Croatia is in the **normal** category.

A comparison of the average annual air temperature for the main meteorological station Zagreb-Grič in the period 1862 – 2017 indicates that the year 2017 is the third warmest year on record (the average annual air temperature for Zagreb-Grič for the year 2017 is 13.6°C, on par with 2007), as shown in Figure 3.5.



Slika 3.4 Godišnje količine oborine za Zagreb-Grič za razdoblje 1862. – 2017. godina

Figure 3.4 Annual precipitation amounts at Zagreb–Grič in the period 1862 – 2017



Slika 3.5 Devetnaest najtopljih godina od početka meteoroloških motrenja (1862. – 2017.), Zagreb-Grič

Figure 3.5 Nineteen warmest years on record (1862 – 2017) for Zagreb–Grič

3.3.2 Analiza dnevnih anomalija temperature zraka i količine oborine za meteorološke postaje Zagreb-Grič i Split-Marjan

U skladu sa standardnom operativnom praksom u Državnom hidrometeorološkom zavodu izrađuje se ocjena izuzetnosti srednjih dnevnih temperatura zraka za svaki mjesec u godini, a koja se također temelji na Chapman-ovom kriteriju uz pretpostavku da se srednje dnevne temperature zraka za pojedini datum pokoravaju Gauss-ovoj razdiobi (Penzar i Makjanić, 1980.). Prema Chapman-ovom kriteriju izvanredno toplim smatra se dan u kojem pozitivna anomalija srednje dnevne temperature zraka premaši dvije standardne devijacije, dok se izuzetno hladnim smatra dan u kojem negativna anomalija premaši dvije standardne devijacije. Vjerovatnost pojave

3.3.2 Analysis of daily air temperature and precipitation amount anomalies for meteorological stations Zagreb-Grič and Split-Marjan

Croatian Meteorological and Hydrological Service has a standard operational practice of doing an evaluation of extremeness of average daily air temperatures for every month of the year also based on the Chapman's criterion and on the assumption that the daily temperature averages for every date and location obey a Gaussian distribution (Penzar and Makjanić, 1980). Chapman's criterion defines an extremely warm day as a day with a positive average daily temperature anomaly exceeding two standard deviations, and an extremely cold day as a day with a negative anomaly exceeding two standard deviations. Extremely hot and extremely cold days have a probability

izvanredno toplih odnosno izvanredno hladnih dana je oko 2% to jest takvi događaji se pojavljuju u prosjeku dva puta u razdoblju od 100 godina. Na slici 3.1 i 3.2 prikazani su grafovi na kojima su vidljivi izvanredni dani tijekom 2017. godine za postaje Zagreb-Grič i Split-Marjan. Vizualnom ocjenom možemo zaključiti da su prevladavala razdoblja s pozitivnim anomalijama što je rezultiralo također pozitivnim godišnjim anomalijama prikazanim u poglavljju 2. Ipak, zabilježen je određen broj hladnih valova među kojima je najizraženiji onaj u posljednjoj dekadi travnja koji je prouzročio znatne štete u gospodarstvu pa će biti posebno opisan.

Na slikama 3.1 i 3.2 također su prikazane dnevne količine oborine za meteorološke postaje Zagreb-Grič i Split-Marjan. Kao što je vidljivo iz poglavљa 2, zbroj dnevnih količina oborina za Zagreb-Grič za 2017. godinu blizak je višegodišnjem prosjeku uz naznaku da je u rujnu maksimalna dnevna količina oborine iznosila 48.6 mm. Znatniji manjak oborina zabilježen je tijekom ožujka i svibnja, dok je rujan bio izrazito kišovit. Ukupna godišnja količina oborina za Split-Marjan bila je ispod prosjeka (poglavlje 2) sa sušnim razdobljem tijekom travnja, zatim lipanj-kolovoza ponovno u listopadu.

3.3.3 Hladni val u Hrvatskoj u siječnju, te 21. i 22. travnja 2017.

Siječanj 2017. godine je bio jedan od najhladnijih od početka meteoroloških mjerena osobito na području jadranske obale. Temperatura zraka duž obale pala je ispod -7°C , a na otocima lokalno i ispod -5°C uz orkansku buru. Najveće štete nastale su u Dalmaciji na vodoopskrbnom sustavu pa su mnogi objekti ostali bez vode. Dugotrajni hladni val prouzročio je pojavu leda na rijekama u istočnoj Hrvatskoj uzrokujući zastoj riječnog prometa i štete na ribogojilištima.

Polarni zrak stigao je u središnju Europu i Alpe dana 20. travnja, zbog čega se minimalna dnevna temperatura zraka spustila ispod 0°C u Njemačkoj, Poljskoj, Austriji i Češkoj, sjeveroistočnoj Francuskoj i u Baltičkim državama. Prodor hladnog zraka iz središnje i zapadne Europe prouzročio je pad temperature zraka, te su sljedeći dan (21. travnja) zabilježene negativne temperature u Austriji, Poljskoj, Slovačkoj, zapadnom dijelu Mađarske, Sloveniji, Hrvatskoj i u središnjem dijelu Balkanskog poluotoka.

Slika 3.6 prikazuje razdiobu geopotencijalne visine i brzine i smjera vjetra te područje mlazne struje (brzina vjetra viša od 30 ms^{-1}) na izobarnoj plohi 300 hPa dok je na Slikama 3.7 i 3.8 prikazana razdioba visina i temperature zraka na izobarnim plohama 500 hPa i 850 hPa za dane 21. i 22. travnja 2017. godine u 00 UTC. Prema visinskoj sinoptičkoj situaciji vidljivo je da je 21. travnja hladni polarni zrak koji je dospio

of occurrence of around 2%. That is to say, such events on average occur twice in 100 years. Figures 3.1 and 3.2 also show extremely hot and cold days registered in 2017 at meteorological stations Zagreb-Grič and Split-Marjan. A visual assessment brings us to the conclusion that periods with positive anomalies prevailed, resulting in the positive annual anomalies (Chapter 2). However, there were some cold waves, the one in the last dekad of April having been the most intensive. It caused considerable damage in the economy and will be addressed separately.

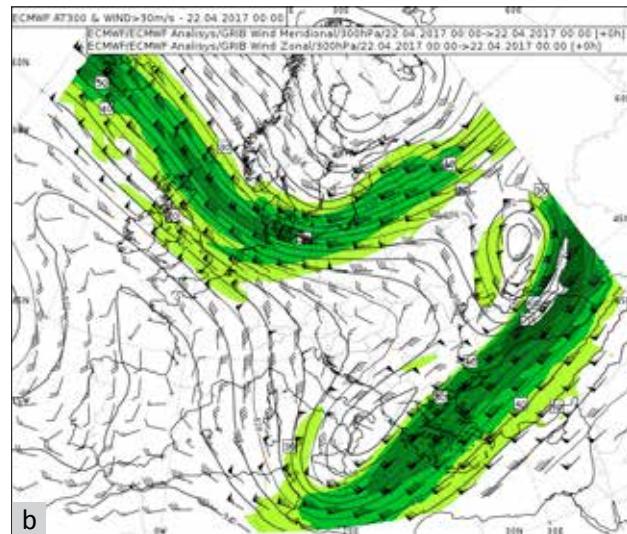
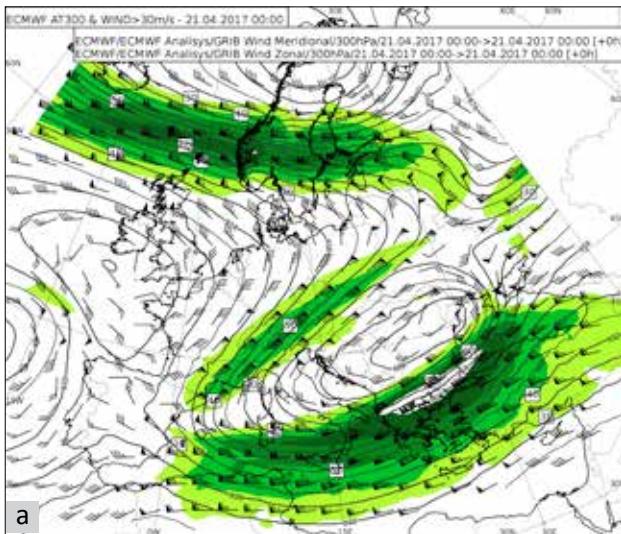
Figures 3.1 and 3.2 also show daily precipitation amounts at meteorological stations Zagreb-Grič and Split-Marjan. As seen in the map describing the annual precipitation amounts in percentages of the multiannual average for the period 1961 – 1990, the sum of daily precipitation amounts at Zagreb-Grič in 2017 is close to the multiannual average (Chapter 2), but the maximum daily precipitation amount in September was 48.6 mm. A more pronounced lack of precipitation was recorded in March and May while September was wet. The total annual precipitation amount at Split-Marjan was below average with a dry period in April, June-August and another in October (Chapter 2)

3.3.3 Cold wave in Croatia in January and 21 and 22 April 2017

January 2017 was the one of the coldest on record, especially in the regions along the Adriatic coast. Temperature along the coast dropped under -7°C and on the islands locally under -5°C , accompanied by hurricane force *Bura* wind. Damages were largest in Dalmatia where water supply lines were frozen and many households were left without water. Long duration of the cold spell caused a formation of ice on rivers of eastern Croatia, affecting the river traffic and causing damages on fish farms.

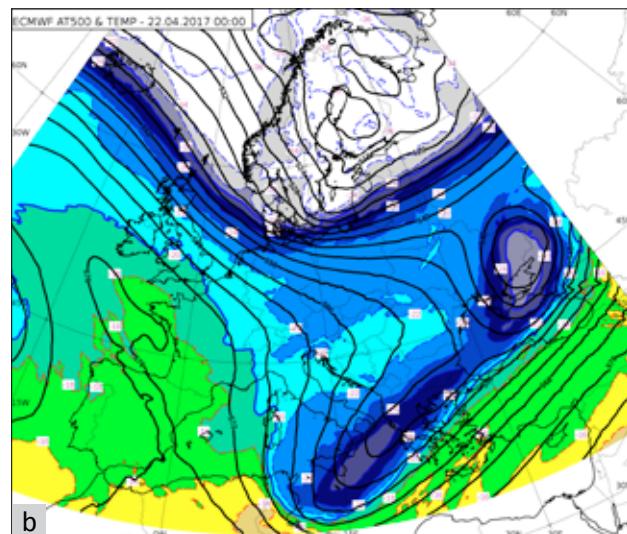
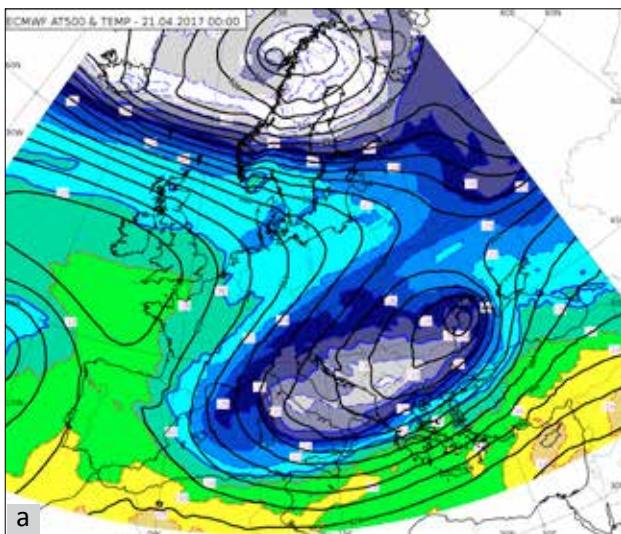
Polar air arrived in central Europe and the Alps on 20 April, causing the minimum daily air temperature to drop below 0°C in Germany, Poland, Austria and the Czech Republic, Northeast France and the Baltic States. Cold air from Central and Western Europe caused the air temperature to drop. On the following day (21 April), negative temperatures were recorded in Austria, Poland, Slovakia, Western Hungary, Slovenia, Croatia and the central part of the Balkan Peninsula.

Figure 3.6 shows the distribution of the geopotential height and wind speed and direction, as well as the jet stream area (wind speed higher than 30 ms^{-1}) on the isobaric surface of 300 hPa, while Figures 3.7 and 3.8 show the distribution of geopotential heights and the air temperatures on the isobaric surfaces of 500 hPa and 850 hPa on 21 and 22 April 2017 at 00 UTC. The upper-level chart shows that, on 21 April, the cold polar air that arrived



Slika 3.6 Razdioba geopotencijalnih visina (izohipse - pune crte u geopotencijalnim dekametrima), smjera i brzine vjetra (zastavice), brzine vjetra iznad 30 ms⁻¹ (sjenčano-nijanse boje) na izobarnoj plohi 300 hPa na širem području Europe za dane 21. (a) i 22. travnja (b) 2017. godine u 00 UTC (prema analizi ECMWF-a)

Figure 3.6 The distribution of geopotential heights (isohyps - full lines in geopotential decimetres), wind direction and speed (flags), wind speeds above 30 ms⁻¹ (highlighted in different colour shades) on the isobaric surface of 300 hPa in the wider area of Europe for 21 (a) and 22 April (b) 2017 at 00 UTC (according to the ECMWF analysis)

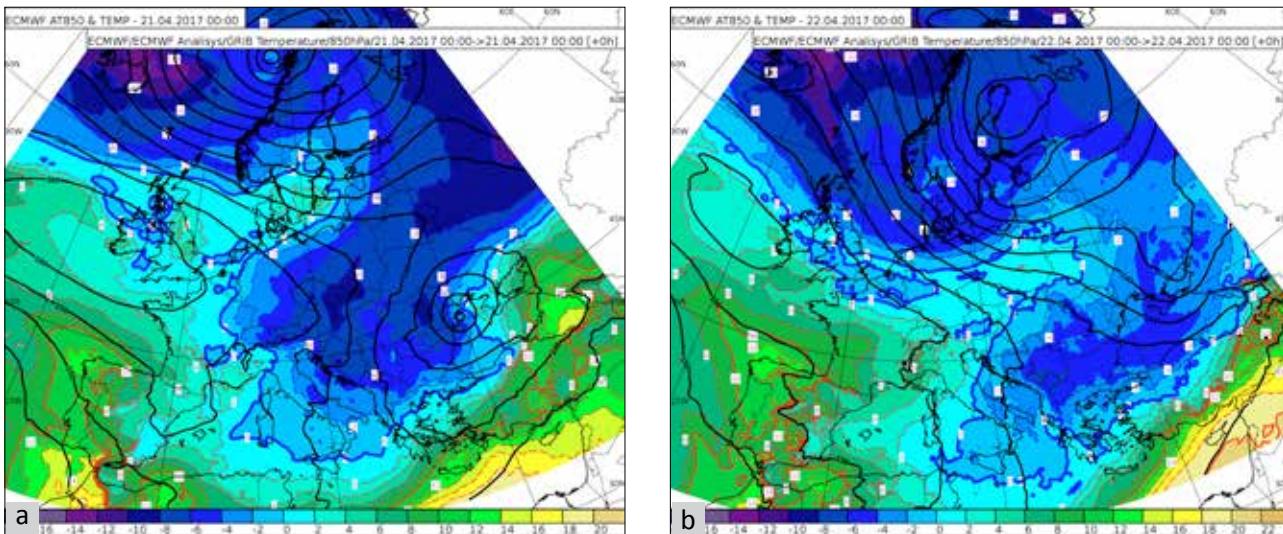


Slika 3.7 Razdioba geopotencijalnih visina (izohipse - pune crte u geopotencijalnim dekametrima) i izotermi (nijanse boja) na izobarnoj plohi 500 hPa na širem području Europe za dane 21. (a) i 22. travnja (b) 2017. godine u 00 UTC (prema analizi ECMWF-a)

Figure 3.7 The distribution of geopotential heights (isohyps - full lines in geopotential decimetres) and isotherms (highlighted in different colour shades) on the isobaric surface of 500 hPa in the wider area of Europe for 21 (a) and 22 April (b) 2017 at 00 UTC (according to the ECMWF analysis)

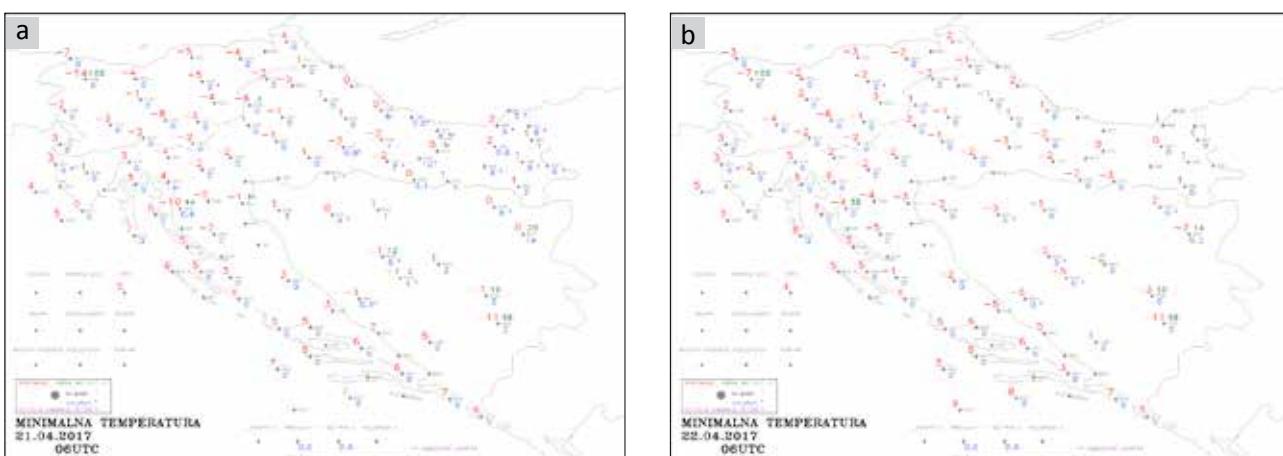
nad područje Hrvatske povezan s visinskom dolinom u sklopu koje je duboka ciklona s prizemnim centrom nad jugoistočnim dijelom Europe, vidljiva do 300 hPa (Slike 3.6a, i 3.7a). Na izobarnoj plohi 850 hPa (Slika 3.8a), vidljivo je da je zapadni i središnji dio Europe pod utjecajem ogranka prostrane anticiklone. Dalje je 22. travnja na izobarnoj plohi 300 hPa vidljivo po-

over the territory of Croatia is connected to the upper level low with a deep cyclone, whose surface centre is over Southeast Europe, visible up to 300 hPa (Figures 3.6a and 3.7a). On the isobaric surface of 850 hPa (Figure 3.8a), it is apparent that Western and Central Europe are under the influence of a branch of a large anticyclone. Further on,



Slika 3.8 Razdioba geopotencijalnih visina (izohipse - punе crte u geopotencijalnim dekametrima) i izotermi (nijanse boja) na izobarnoj plohi 850 hPa na širem području Europe za dane 21. (a) i 22. travnja (b) 2017. godine u 00 UTC (prema analizi ECMWF-a)

Figure 3.8 The distribution of geopotential heights (isohyps - full lines in geopotential decametres) and isotherms (highlighted in different colour shades) on the isobaric surface of 850 hPa in the wider area of Europe for 21 (a) and 22 April (b) 2017 at 00 UTC (according to the ECMWF analysis)



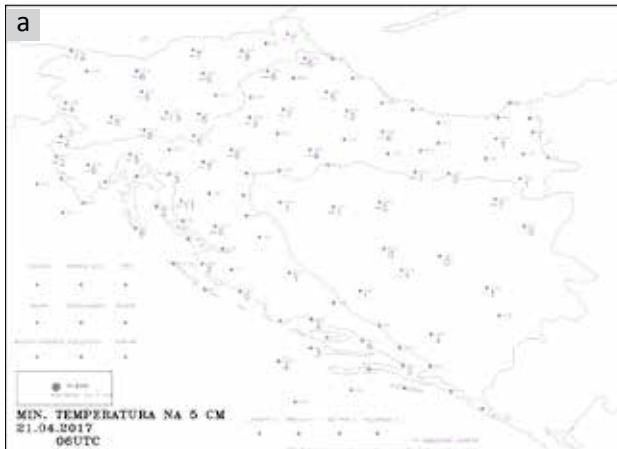
Slika 3.9 Minimalna temperatura zraka na 2 m iznad tla na širem području Hrvatske za dane 21. i 22. travnja 2017. godine

Figure 3.9 Minimum daily air temperature at 2 m above the ground in the wider area of Croatia on 21 and 22 April 2017

micanje visinske doline i mlazne struje prema jugoistoku (Slika 3.6b) dok je na izobarnoj plohi 500 hPa vidljivo pomicanje visinske ciklone prema sjeveroistoku, a sekundarna jezgra s hladnim zrakom zadržala se u sklopu visinske doline nad središnjim dijelom Sredozemlja i jugozapadnim dijelom Europe (Slika 3.7b). Istodobno je na 850 hPa vidljivo povećanje temperature zraka nad zapadnom i središnjom Europom, te zadržavanje hladnog zraka nad jugoistokom Europe (Slika 3.8b).

Na većini kontinentalnih postaja u Republici Hrvatskoj 21. travnja 2017. zabilježena je minimalna

on April 22, the upper level low and jet stream are seen moving to the southeast on the isobaric surface of 300 hPa (Figure 3.6b), while the upper level cyclone shifting to the northeast is visible on the isobaric surface of 500 hPa, and the secondary low with the cold air within the upper level low remained above the central part of the Mediterranean and Southwest Europe (Figure 3.7b). At the same time, at 850 hPa, there was an increase in air temperature over Western and Central Europe and colder air remained over Southeast Europe (Figure 3.8b).



Slika 3.10 Minimalna temperatura zraka (°C) na 5 cm visine iznad tla na širem području Hrvatske za dane 21. i 22. travnja 2017. godine

Figure 3.10 Minimum air temperature (°C) at 5 cm above the ground in the wider area of Croatia on 21 and 22 April 2017



Slika 3.11 Suha mladica vinove loze kao posljedica mraza 21. i 22. travnja 2017. godine

Figure 3.11 Dry grape sprout as a result of frost on 21 and 22 April 2017

temperatura zraka niža od 0°C, mjerena na 2 m iznad tla, uključujući unutrašnjost Dalmacije osobito 22. travnja (vidi Sliku 3.9). Minimalne temperature zraka na 5 cm iznad tla bile su stupanj-dva niže od onih na 2 m (vidi sliku 3.10), zbog temperaturne inverzije u površinskom sloju atmosfere, povećavajući uvjete za pojavu mraza.

Tih je dana na velikom broju postaja u Republici Hrvatskoj zabilježena pojava mraza. Mraz je zahvatio sjeverozapadnu i istočnu Hrvatsku, Liku te unutrašnjost Dalmacije, a nastale su velike štete na voćnjacima i vinogradima (Slika 3.11). Proglašeno je stanje elementarne nepogode u više županija.



Slika 3.12 Zaštita od mraza pokrivanjem trsa vinove loze u Zagorju u travnju 2017.

Figure 3.12 Frost protection by covering grape vines in Zagorje in April 2017

On 21 April 2017, most continental stations in the Republic of Croatia, including inland Dalmatia, recorded a low air temperature lower than 0°C, measured at 2 m above the ground, particularly on 22 April (see Figure 3.9). Low air temperatures at 5 cm above the ground were about one to two degrees lower than at 2 m (see Figure 3.10) due to the temperature inversion in the surface layer of the atmosphere, increasing the conditions conducive to frost.

Frost was recorded on many stations in Croatia at this time. Frost hit Northwest and Eastern Croatia, Lika and inland Dalmatia, causing substantial damage to orchards

S obzirom na mogućnosti prognoze mraza sporedično se koriste različite mjere zaštite od mraza koje nažalost u određenim uvjetima nisu pouzdane. Primjer pokušaja zaštite od mraza pokrivanjem čokota vinove loze prikazan je na Slici 3.12 Alternativne metode su moguće miješanjem zraka, dimljenjem, zagrijavanjem i druge. Preventivne mjere odnose se na izbor položaja vinograda, primjerice povušeni konkavni teren je povoljniji od udoline i/ili izbor na mraz otpornije sorte vinove loze.

3.3.4 Ekstremni požar raslinja kod Splita, 17.-19. srpnja 2017. godine

U prvoj polovini srpnja je u našoj zemlji, pa i na području Dalmacije, zabilježen izražen toplinski val. Usljed ekstremno visokih temperatura zraka koje prate svaki toplinski val biljni pokrov se dodatno isušio, te je opasnost za nastanak i širenje požara raslinja bila vrlo velika. Iako je oko sredine srpnja bilo prodora vlažnog i svježeg zraka u Dalmaciju gotovo da nije bilo oborine, ali je uslijed jačanja grebena antiklone sa sjeverozapada kontinenta 15. i 16. srpnja zapuhala jaka i olujna bura s kojom se nastavilo isušivanje vegetacije.

Takvi vremenski uvjeti pogodovali su ekstremnom ponašanju požara raslinja koji je izbio blizu Splita 17. srpnja, te lokaliziran 19. srpnja. Izgorjelo je

and vineyards (Figure 3.11). A state of natural disaster was declared in several counties.

Various frost protection measures are occasionally used depending on the possibilities of frost forecasts, but unfortunately, they are not reliable in certain conditions. An example of frost protection by covering the grape vines is shown in Figure 3.12. Possible alternative methods include air mixing, smoking, heating and others. Preventive measures include to the choice of vineyard position, for example, elevated concave terrain is more suitable than hollows, and/or the choice a more frost resistant cultivar.

3.3.4 Extremely vigorous wildfire in Split, 17-19 July 2017

An intense heatwave hit Croatia in the first half of July. Extremely high temperatures made the already dry plant cover in Dalmatia even drier, resulting in very high risk of wildfire occurring and spreading. There was almost no precipitation in Dalmatia despite the humid and colder air inflow in mid-July. Driven by the rising anticyclonic ridge from Northwest Europe, strong and severe *bura* on 15 and 16 July continued to dry out the vegetation.

Such weather contributed to the extreme behaviour of the wildfire that broke out near Split on 17 July and was localized on 19 July. Approximately 4300 ha of forest,



Slika 3.13 Požar kod Splita, 17.-19. srpnja 2017. godine

Figure 3.13. Fire at Split, 17-19 July 2017



Slika 3.14 Satelitska slika požara u Splitu (izvor NASA)

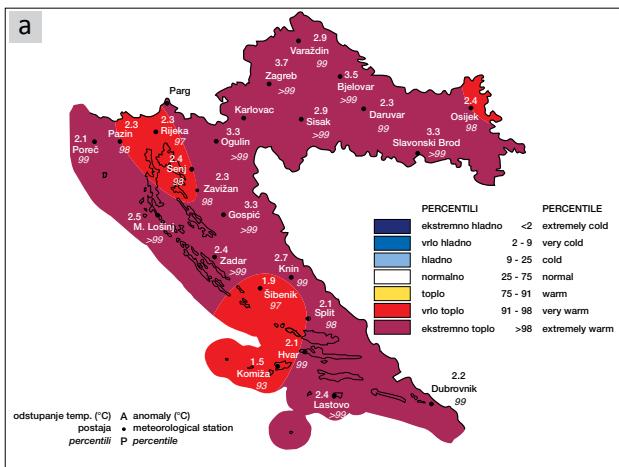
Figure 3.14 Satellite image of the fire in Split (source NASA)

oko 4300 ha šume, makije, maslinika i vinograda, a fronta požara je povremeno bila duga 40-tak km, te je to bio jedan od najvećih požara raslinja zabilježen u Hrvatskoj.

Prema opisu županijskog vatrogasnog zapovjednika koji je sudjelovao u gašenju, požar je izbio 17. srpnja u 1 sat po lokalnom vremenu kod mjesta

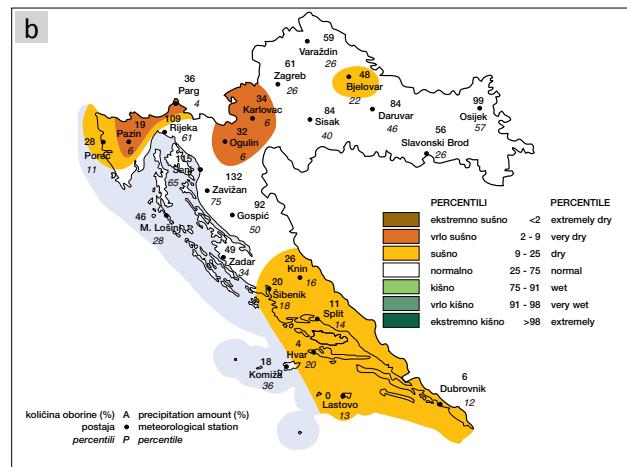
brush, olive groves and vineyards were burned. The fire front was at times 40 km long and it was one of the biggest wildfires in Croatian history.

According to the description given by the county firefighter commander who participated in the extinguishing efforts, the fire started on 17 July at 1 am local time at Tu-



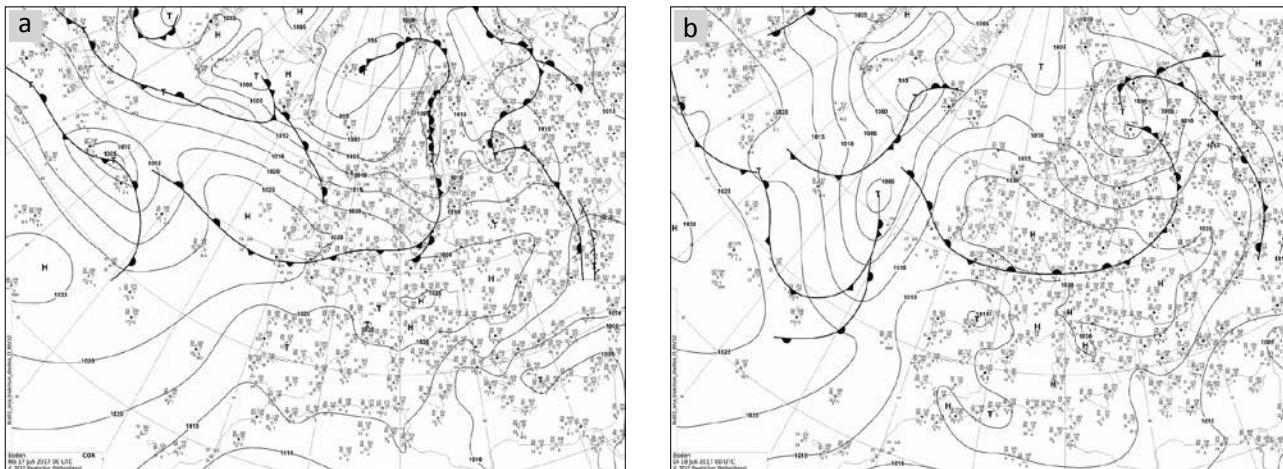
Slika 3.15a. Odstupanje srednje mjesecne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za SRPANJ 2017. godine

Figure 3.15a. Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1961 – 1990, in JULY 2017



Slika 3.15b. Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961. – 1990. godina za Hrvatsku za SRPANJ 2017. godine

Figure 3.15b. Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1961 – 1990, in Croatia in JULY 2017



Slika 3.16 Prizemna sinoptička situacija 17. srpnja (a) i 18.srpnja (b) 2017. godine u 00 UTC (izvor: Njemačka meteoro-loška služba, DWD)

Figure 3.16 The surface synoptic situation on 17 July (a) and 18 July (b) in 2017 at 00 UTC (source: German Meteorological Service, DWD)

Tugare 10-tak km zračne linije istočno od Splita. Požar se nošen burom, koja je na splitskom području puhala 17. te 18. srpnja ujutro, ekstremno brzo širio, a uslijed jakog vjetra u gašenju nisu mogle sudjelovati zračne snage, pa je stoga brzo zahvatio obronke planine Mosor, zvjezdarnicu Zvjezdano selo, splitsko odlagalište otpada „Karepovac“, približio se raketnoj bazi i predgrađu Splita te je naporima vatrogasaca i vojnika 18. srpnja poslijepodne stavljen pod kontrolu, a zatim je lokaliziran i konačno ugašen (Slike 3.13 i 3.14).

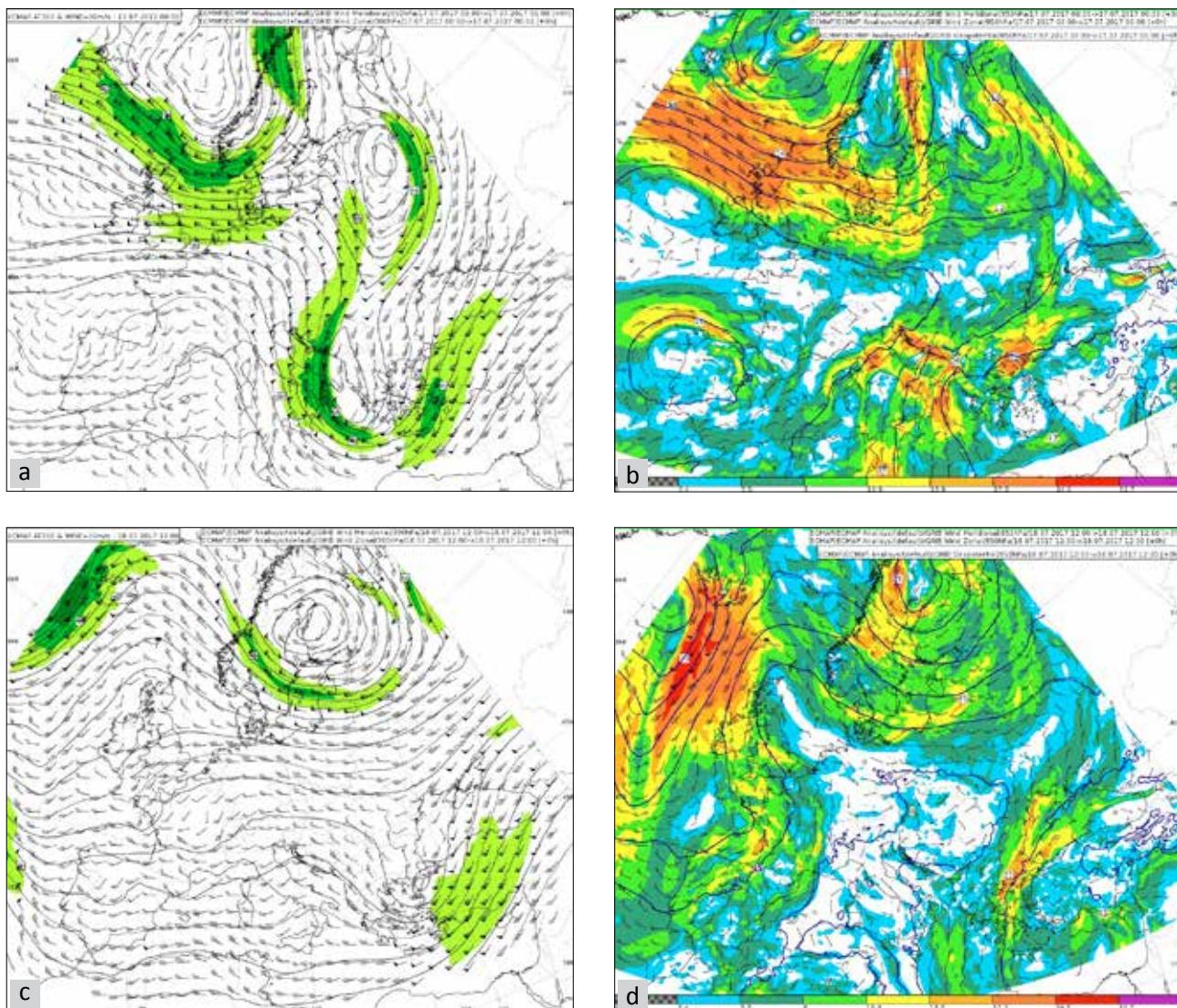
Prema klimatološkoj analizi odnosno raspodjeli percentila u odnosu na višegodišnji prosjek (1961. – 1990.) (vidi Sliku 3.15a), toplinske prilike za srpanj 2017. za područje srednjeg i južnog Jadrana opisane su dominantnom kategorijom ekstremno toplo, dok se dio srednjeg Jadrana u priobalnom području oko Šibenika i Šibenik nalazio u kategoriji vrlo toplo. Oborinske prilike u odnosu na višegodišnji prosjek (1961. – 1990.) (Slika 3.15b) bile su na većem dijelu srednjeg i južnog Jadrana u kategoriji sušno, dok je samo sjeverni dio srednjeg Jadrana bio u kategoriji normalno. Srednja mjesечna temperatura zraka za srpanj 2017. godine bila je u cijeloj Hrvatskoj iznad višegodišnjeg prosjeka (1961. – 1990.) na što ukazuju pozitivne anomalije srednje mjesечne temperature zraka. Uz to, na postaji Split-Marjan srpanj 2017. godine je imao rekordan broj dana s toplim noćima (to jest 31) kao i 1950., 1995., 2002. i 2015. godine.

Prema prizemnoj analizi sinoptičke situacije za 17. srpnja u 00 UTC (Slika 3.16a i 3.16b) sa sjeverozapada Europe prema Hrvatskoj pružao se ogrank anticiklone, dok je istovremeno nad jugoistočnom Europom bilo polje sniženog tlaka zraka čije je središte bilo nad Malom Azijom. Uslijed takve sinoptičke situacije nad područjem Jadrana je postojao veliki gradijent tlaka zraka. Prema visinskoj situaciji od 17. srpnja 2017. u 00 UTC središnji i jugozapadni dio

gare, 10 km east of Split. Driven by bura on 17 July and the morning of 18 July, it spread extremely fast. With strong winds preventing the air forces from joining the extinguishing efforts, the fire quickly caught the slopes of Mt. Mosor, star observatory "Zvjezdano selo" and the landfill "Karepovac", approaching the missile launch facility and the outskirts of Split. The fire was put under control by a joint effort of the firefighters and the military on the afternoon of 18 July, localized and finally extinguished (Figures 3.13 and 3.14).

According to the climatological analysis and the distribution of percentiles in relation to the multiannual average (1961-1990) (see Figure 3.15a), temperature conditions in Central and South Adriatic in July 2017 predominantly fall into the extremely warm category, with parts of Central Adriatic in the coastal area around Šibenik and Šibenik itself in the very warm category. Precipitation rates in relation to the multiannual average (1961-1990) (Figure 3.15b) fall into the dry category in most of Central and South Adriatic. Only the northern Central Adriatic was in the normal category. The average monthly air temperature in July 2017 was above the multiannual average (1961-1990) across Croatia, as indicated by the positive anomalies of the average monthly air temperature. In addition, the Split-Marjan station had a record number of 31 days with hot nights in July 2017, same as in 1950, 1995, 2002 and 2015.

A surface analysis of the synoptic situation on 17 July at 00 UTC (Figures 3.16a and 3.16b) shows an anticyclone branch extending to Croatia from Northwest Europe and a low-pressure field in Southeast Europe, with Asia Minor as its centre. Such a synoptic situation resulted in a large air pressure gradient in the Adriatic. The upper-level chart on 17 July 2017 at 00 UTC shows that Central and Sout-



Slika 3.17 Razdioba geopotencijalne visine (izohipse - pune linije u geopotencijalnim dekametrima), brzine i smjera vjetra (zastavice) i brzina vjetra viših od 30 ms^{-1} (sjenčano-nijanse u boji) na izobarnoj plohi 300 hPa (a) te razdioba geopotencijalne visine (izohipse - pune crte u geopotencijalnim dekametrima), brzine i smjera vjetra (zastavice) te temperature zraka (sjenčano-nijanse boja) na izobarnoj plohi 850 hPa (b), za 17. srpnja 2017. godine u 00 UTC (gore). Analogno za 18. srpnja 2017. godine u 00 UTC (dolje, slike c i d)

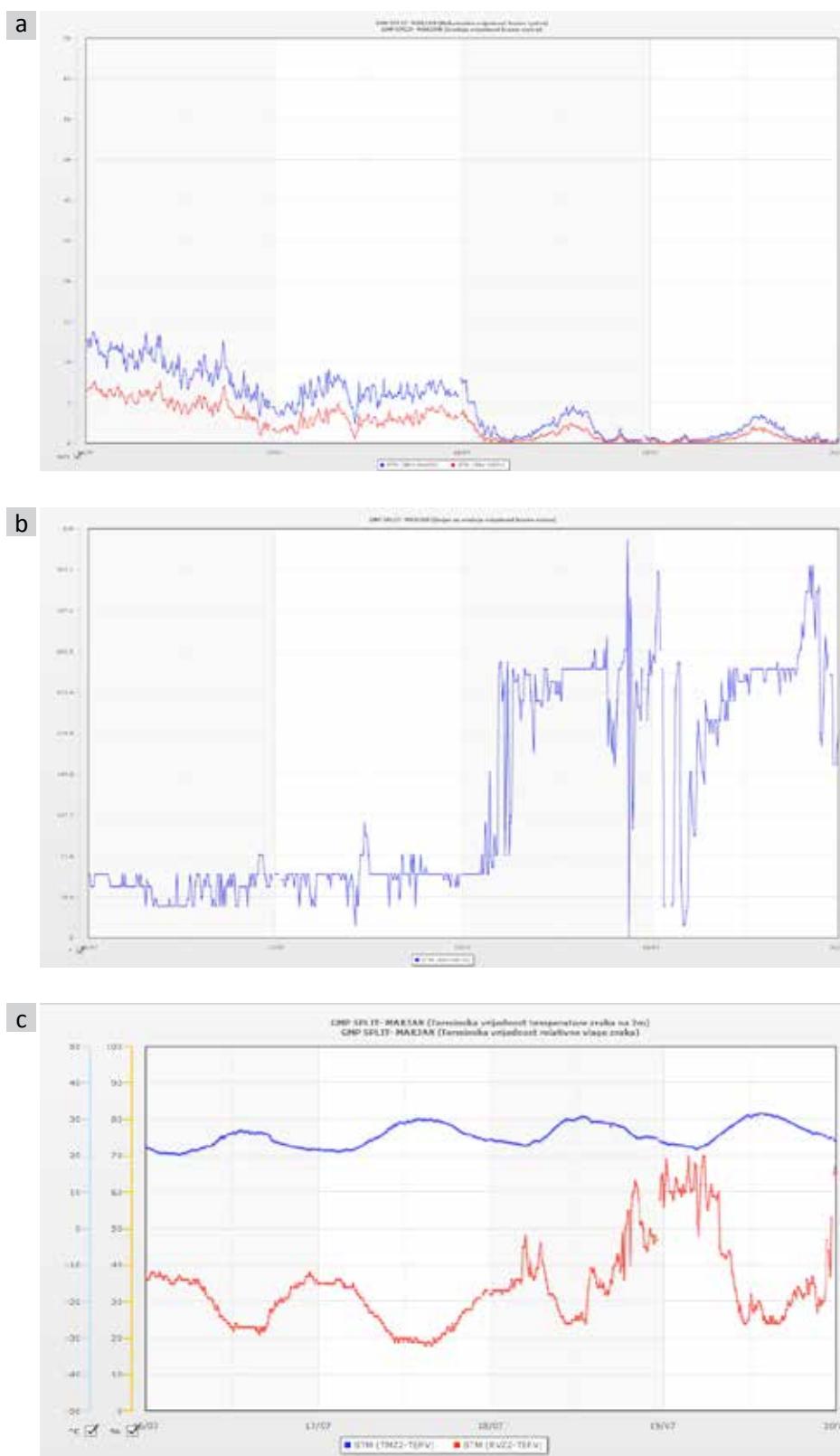
Figure 3.17 The distribution of the geopotential height (isohypes - full lines in geopotential decimetres), wind speed and direction (flags) and wind speeds above 30 ms^{-1} (highlighted in different colour shades) on the isobaric surface of 300 hPa (a) and the distribution of geopotential heights (isohypes - full lines in geopotential decimetres), wind speed and direction (flags) and air temperature (highlighted in different colour shades) on the isobaric surface of 850 hPa (b) on 17 July 2017 at 00 UTC (above). The same for 18 July 2017 at 00 UTC (below, Figures c and d)

Europe nalazio se pod utjecajem visinske doline, a nad jugoistočnim dijelom Europe odvojila se hladna jezgra (eng. cut-off low - COL). Slika 3.17 prikazuje raspodjelu geopotencijalnih visina i brzine i smjera vjetra nad Europom na izobarnim plohama 300 hPa , kao i temperature na 850 hPa prema analizi ECMWF-a, za 17. i 18. srpnja u 00 UTC.

Mlazna struja se pružala od istočne Europe preko srednjeg Jadrana i južne Italije uz zakretanje prema Jonskom moru na izobarnoj plohi 300 hPa . Takvi sinoptički uvjeti uzrokuju pojavu jake bure na

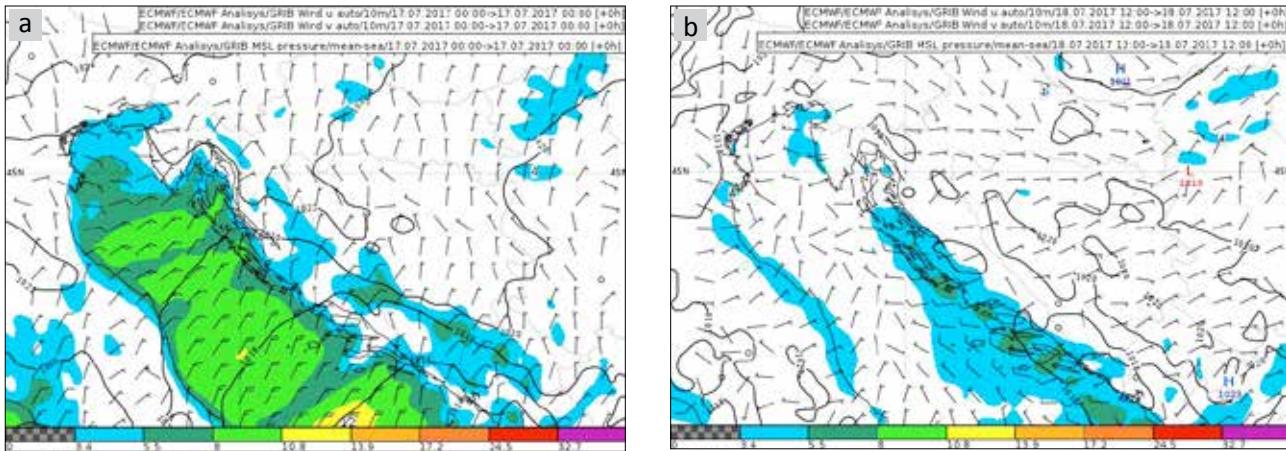
western Europe was under the influence of an upper level low, while there was a cut-off low (COL) with cold air over Southeast Europe. Figure 3.17 shows the distribution of geopotential heights and wind speeds over Europe at 300 hPa , as well as temperatures at 850 hPa according to the ECMWF analysis for 17 and 18 July at 00 UTC.

The jet stream extended from Eastern Europe across Central Adriatic and Southern Italy toward the Ionian Sea on the isobaric surface of 300 hPa . Such synoptic conditions led to intense bura wind in Central and South Adriatic



Slika 3.18 Izmjerene vrijednosti srednje 10-minutne i odgovarajuće maksimalne brzine vjetra (a), prevladavajućeg smjera srednjeg vjetra u 10-minutnim intervalima (b), temperature zraka na 2 m visine (°C) iznad tla te relativne vlažnosti (%) (c), prema mjeranjima na meteorološkoj postaji Split-Marjan od 16. do 19. srpnja 2017. godine

Figure 3.18 Measured average 10-minute and corresponding maximum wind speeds (a), prevailing mean wind direction at 10-minute intervals (b), air temperature at 2 m ($^{\circ}\text{C}$) above the ground and relative humidity (%) (c), based on the measurements at the Split-Marjan meteorological station 16-19 July 2017.



Slika 3.19 Raspodjela polja brzine (pune crte) i smjera vjetra (zastavice) na 10 m visine iznad površine Zemlje, te tlaka svedenog na srednju razinu mora (hPa), 17. srpnja u 00 UTC (a) i 18. srpnja (b) 2017. godine u 12 UTC (prema analizi ECMWF-a)

Figure 3.19 The distribution of wind speed (full lines) and wind direction (flags) field at 10 m over the ground, as well as air pressure reduced to the mean sea level (hPa), on 17 July at 00 UTC (a) and 18 July at 12 UTC (b) 2017 (according to the ECMWF analysis)

dijelu srednjeg i južnom Jadranu koja je puhalo 17. srpnja 2017. godine. Potom se greben anticiklone, vidljiv također na izobarnoj plohi 300 hPa, proširio nad zapadni Balkan, a ciklonalno polje je odmaknulo na istok. Zatim je 18. srpnja u noći i ujutro najveći dio Hrvatske bio pod utjecajem grebena anticiklone, a dio srednjeg i južni Jadran bili su pod utjecajem prednje strane grebena anticiklone i stražnje strane visinske ciklone čije je središte bilo nad Jonskim morem (vidi Slike 3.16b i 3.17). Dalje je 19. srpnja greben anticiklone prizemno malo oslabio, te je nad područjem Hrvatske bilo polje povиenog, a od sredine dana srednjeg izjednačenog tlaka zraka, dok je po visini vidljivo proširenje područja visokog geopotencijala nad cijelo područje Balkanskog poluotoka.

Analiza mjerjenja temperature zraka na 2 m visine iznad tla na meteorološkoj postaji Split-Marjan vidljivo je da je od 17. do 19. srpnja bilo vrlo toplo, s najniжom jutarnjom temperaturom između 23 i 25°C, a najviшom dnevnom oko ili malo iznad 30°C (vidi Sliku 3.18c). Prema istim mjeranjima vidljivo je da je 17. srpnja puhalo umjerena do jaka bura, koja je sredinom dana kratkotrajno promijenila smjer na istočni (Slika 3.18a i 3.18b). Bura je zatim 18. srpnja ujutro oslabila, te je potom vjetar bio slab, a sredinom dana i poslijepodne je zapuhao umjeren jugozapadnjak (slika 3.19b). Relativna vlažnost zraka je 17. i 18. srpnja većinom bila od 20 do 35 %, a promjenom smjera vjetra na jugozapadni, priljevom vlažnog zraka 18. srpnja, povećana je na 35 do 70 %. Nadalje je vjetar imao odlike obalne cirkulacije. Slika 3.19a prikazuje raspodjelu polja vjetra na 10 m visine, te tlaka svedenog na srednju razinu mora u vrijeme približnog početka izbijanja požara, te za vrijeme puhanja jugozapadnog vjetra 18. srpnja 2017. u 12 UTC.

on 17 July 2017. Then the anticyclonic ridge, also visible on the isobaric surface of 300 hPa, spread over Western Balkan and the cyclone field moved to the east. In the night and early morning of 18 July, most of Croatia was affected by the anticyclonic ridge, while parts of Central and South Adriatic were affected by the front of the anticyclone ridge and the back of the upper level cyclone, whose centre was over the Ionian Sea (see Figures 3.16b and 3.17). On 19 July, the anticyclone ridge weakened slightly at the ground and there was an elevated air pressure field above Croatia. As of midday, air pressure was uniform over whole area, with expansion of the high geopotential area visible at upper levels over the entire Balkan Peninsula.

The analysis of the air temperature measurement at 2 m above the ground shows that it was very warm at the Split-Marjan meteorological station 17-19 July, with the lowest morning temperature of 23-25°C and the highest daily temperature around or slightly above 30°C (see Figure 3.18c). The same measurements show moderate to strong bura on 17 July, which briefly changed direction and turned east around midday (Figures 3.18a and 3.18b). Bura subsided in the morning of 18 July and for a while there was only weak wind, followed by moderate south-westerly wind at midday and in the afternoon (Figure 3.19b). Relative air humidity on 17 and 18 July was around 20-35%, increasing to 35-70% with the change of wind direction to the southwest due to the humid air inflow on 18 July. The wind had the characteristics of coastal circulation after that. Figure 3.19a shows the distribution of wind field at 10 m height and the air pressure reduced to the mean sea level at the time of the near start of the fire and the south-westerly wind on 18 July 2017 at 12 UTC.

Strong *bura* followed by the sudden changes in the wind direction at the site of the fire on 17 and 18 July cau-

Najprije zbog jake bure, a zatim i zbog naglih promjena smjera vjetra koje su uočene i na samom požarištu 17. i 18. srpnja, požar se nepredvidljivo širio, čime je njegovo gašenje bilo vrlo otežano. Zabilježene su velike štete od požara, srećom bez ljudskih žrtava, pa je proglašena elementarna nepogoda na razini Splitsko-dalmatinske županije.

3.3.5 Razorna bujična poplava u Zadru 11. rujna 2017.

Olujno grmljavinsko nevrijeme i velika količina oborine koja je padala u Zadru prije podne 11. rujna 2017. godine rezultirala je pojavom bujičnih poplava koje su nanijele velike materijalne štete, te je proglašena elementarna nepogoda za šire zadarsko područje. U Zadru su poplavljene ceste, podrumi, trgovački centri, bolnica, a dijelovi grada bili su bez struje. Obilna kiša i grmljavina zabilježena je osim toga i u Gorskem kotaru, te na dijelu sjevernog Jadran-a, a povremeno je jaka kiša praćena grmljavinom padala i u središnjoj Hrvatskoj. Slika 3.20 prikazuje količine oborine zabilježene u razdoblju od 11. rujna u 7 h do 12. rujna u 7 h po srednjoeuropskom vremenu na sinoptičkim postajama u Hrvatskoj.

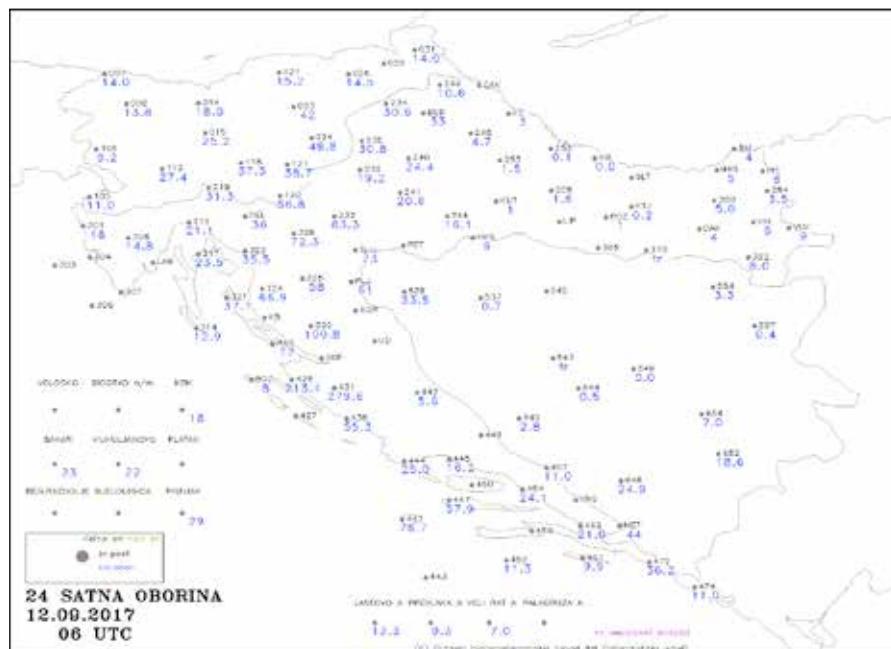
Interpolirana količina oborine izmjerena na sinoptičkim, klimatološkim i kišomjernim postajama izlučena u razdoblju od 7 sati 11. rujna do 7 sati 12. rujna na zadarskom području prikazana je na Slici

sed the fire to spread unpredictably and made it very difficult to extinguish. The damage was substantial, but fortunately there were no human casualties. The authorities declared a state of natural disaster in the Split-Dalmatia County.

3.3.5 The devastating flood in Zadar on September 11, 2017

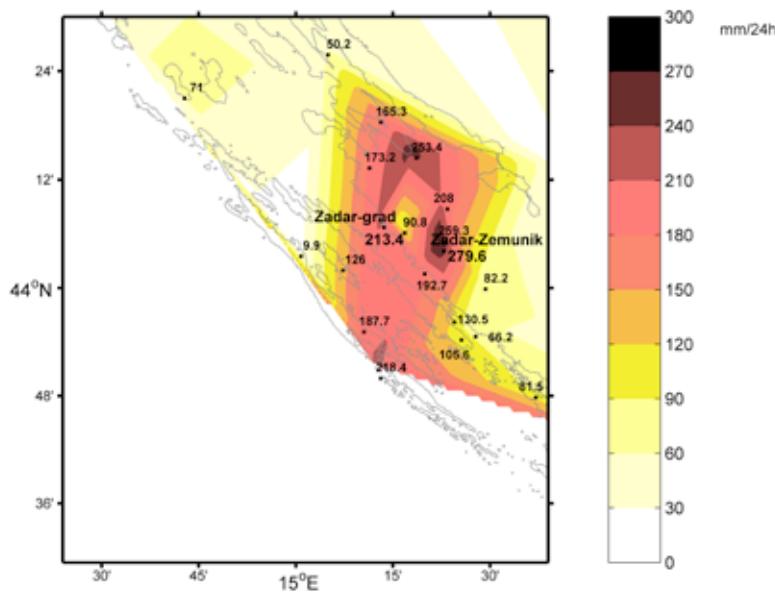
Severe thunderstorm and heavy precipitation in Zadar on Sunday, 11 September 2017, caused torrential floods that led to substantial property damage and declaration of state of natural disaster in the wider Zadar area. Roads, cellars, shopping centres and the hospital in Zadar were flooded, and there was a power outage in parts of the city. Heavy precipitation and thunderstorm also hit Gorski kotar and parts of North Adriatic, and occasional heavy rain and thunder was registered in Central Croatia as well. Figure 3.20 shows the amounts of precipitation recorded from 11 September at 7 am CET to 12 September at 7 am CET at the synoptic stations of Croatia.

The interpolated precipitation amount measured at the synoptic, climatological and rain gauge stations extracted in the period from 11 September at 7 am to 12 September at 7 am in the Zadar area is shown in Figure 3.21. The 24-hour precipitation amount was 213.4 mm at the station Zadar-city and 279.6 mm at the station Zadar-Zemunik, the new absolute and monthly maximum of the 24-hour precipitation amount for the Zadar-Zemunik sta-



Slika 3.20 24-satne količine oborina nad područjem Hrvatske, izmjerene 12.rujna 2017. u 7 h po srednjoeuropskom vremenu

Figure 3.20 24-hour precipitation amount in Croatia on 12 September 2017 at 7 am CET

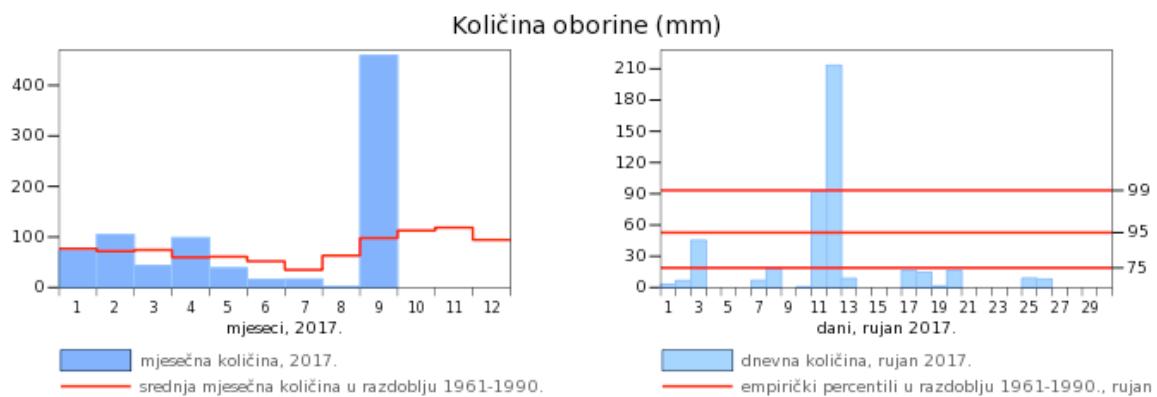


dar-Zemunik bio je 153.4 mm (od 26. kolovoza 1983.), dok je dosadašnji rujanski 24-satni maksimum bio 104.8 mm (zabilježen 1. rujna 2014.). Uz to, sveukupna količina oborine koja je padala od 10. rujna ujutro do 12. rujna ujutro bila je 305.3 mm i 353.8 mm, na postaji Zadar-grad, odnosno Zadar-Zemunik.

Na velikom broju kišomjernih postaja također je zabilježen maksimum 24-satne oborine otkad postoje podaci mjerjenja, primjerice na postaji Zaton Obrovački (259.3 mm). Satne količine oborine na

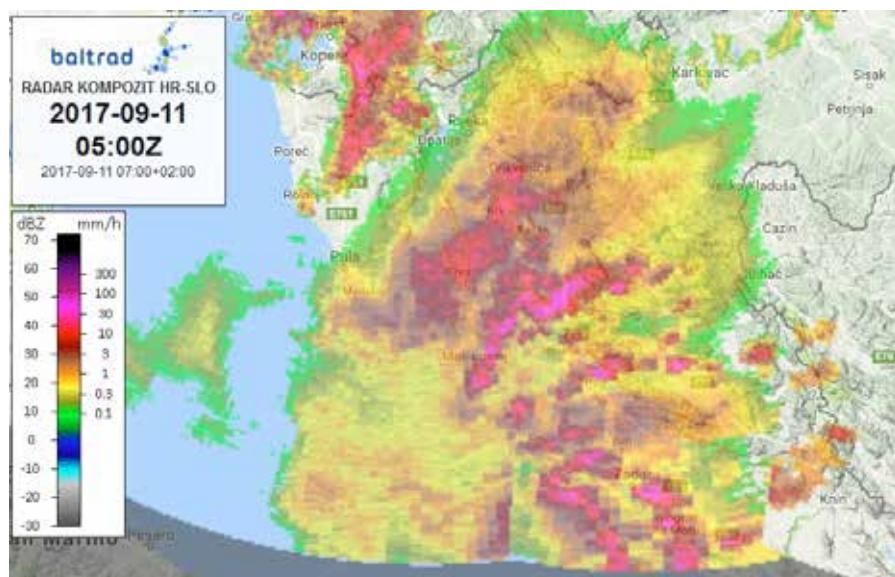
the Zadar-Zemunik stations was 305.3 mm and 353.8 mm, respectively.

Many rain gauge stations also registered the maximum 24-hour precipitation amount on record, such as the Zaton Obrovački station (259.3 mm). The hourly precipitation amounts at the Zadar-city station show the precipitation rates were the highest in the morning of 11 September, around 7 am CET (Figure 3.22).



Slika 3.23 Usporedba mjesečne količine oborine u rujnu sa srednjom mjesečnom količinom oborine 1961.-1990. godine (lijevo), te dnevne količine oborine za rujan u usporedbi s percentilima za razdoblje 1961.-1990. godine (desno) za postaju Zadar-grad

Figure 3.23 The comparison of monthly precipitation amount in September with multiannual mean, 1961-1990 (left), and the daily precipitation amounts for September compared to percentiles for the period 1961-1990 year (right) for the Zadar-city station



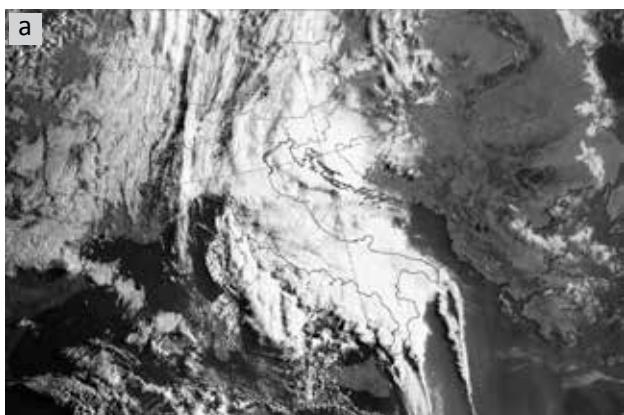
Slika 3.24 Radarski kompozit (radarskih centara Lisca i Pasja ravan (Slovenija) i Bilogora (Hrvatska)), 11. rujna 2017. u 7 h po srednjoeuropskom vremenu

Figure 3.24 The radar composite (radar centres Lisca (Slovenia) and Bilogora (Croatia)), 11 September 2017 at 7 am CET

postaji Zadar-grad pokazuju da su najveće količine oborine pale ujutro 11. rujna oko 7 h po srednjoeuropskom vremenu (Slika 3.22).

Usporedba mjesecnih količina oborine za 2017. godinu pokazuje da je premašena količina oborine za rujan (Slika 3.23 lijevo) u odnosu na prosjek za razdoblje 1961.-1990. godina za postaju Zadar-grad, a najviša količina pritom je pala 11. rujna 2017. godina (Slika 3.23 desno).

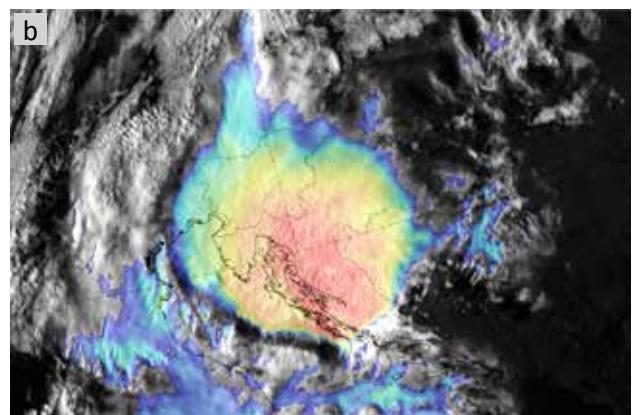
Radarski kompozit radarskih centara ukazuje na najveće količine oborine (mm h^{-1}) nad zadarским područjem 11. rujna u 7 h po srednjoeuropskom vremenu (Slika 3.24).



The comparison of monthly precipitation amounts for 2017 shows that the precipitation amount for September (Figure 3.23 – on the left) was higher than the average for the period 1961-1990 for the Zadar-city station, with the highest daily precipitation amount was recorded on 11 September 2017 (Figure 3.23 – on the right).

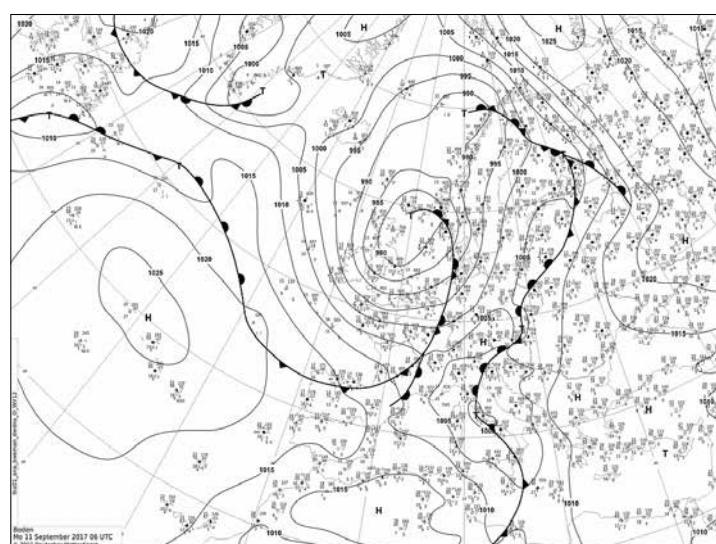
The radar composite of radar centres indicates the highest precipitation amounts (mm h^{-1}) over the Zadar area on September 11 at 7 am CET (Figure 3.24).

A comparison of the time series of radar images confirmed that the highest precipitation amounts fell within just 2-3 hours in the Zadar area.



Slika 3.25 Meteosat-10 snimka visoke rezolucije u vidljivom dijelu spektra (eng. High Resolution Visible - HRV) (a), te kombinacija HRV satelitske snimke sa bojom poboljšane (eng. Color Enhanced - CE) infracrvene IR $10.8 \mu\text{m}$ satelitske slike (b), 11. rujna 2017. u 6 UTC

Figure 3.25 Meteosat-10 High Resolution Visible (HRV) image (a) and combination of the HRV image and the Colour Enhanced-CE infrared IR $10.8 \mu\text{m}$ satellite image (b) on 11 September 2017 at 6 UTC.



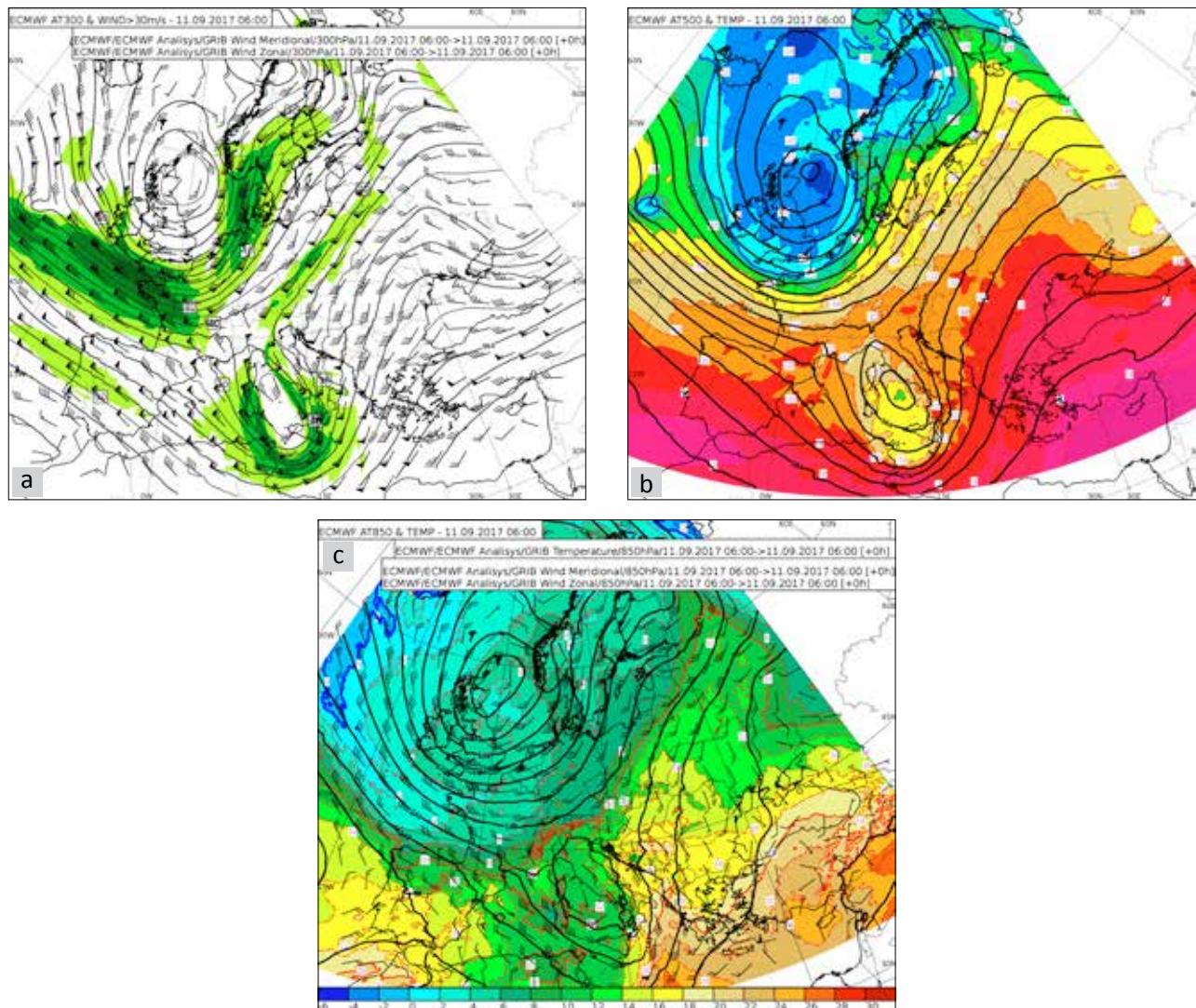
Slika 3.26 Prizemna sinoptička situacija 11. rujna 2017. u 6 UTC (izvor: Njemačka meteorološka služba-DWD)

Figure 3.26 Surface synoptic situation on 11 September 2017 at 6 UTC (source: German Meteorological Service DWD)

Usporedbom vremenskog niza radarskih slika potvrđeno je da su najveće količine oborine pale unutar samo 2-3 h na zadarskom području.

Konvektivni sustav koji je uzrokovao nevrijeme pripada grupi mezoskalnih konvektivnih sustava (eng. Mesoscale Convective System-MCS) čije su horizontalne dimenzije veće od 100 km. Na satelitskoj snimci visoke rezolucije u vidljivom dijelu spektra (eng. High Resolution Visible - HRV) (Slika 3.25a) vidljiva je raspodjela oblačnih sustava nad Europom.

The convective system that caused heavy floods belongs to mesoscale convective systems (MCS) with horizontal dimensions larger than 100 km. The High Resolution Visible (HRV) satellite image (Figure 3.25a) shows the distribution of cloud systems over Europe. Overshooting tops (OCS) of the MSC indicating strong upstream currents over Central and North Adriatic and over Gorski kotar are shown in red in the so-called "Sandwich" product, a com-



Slika 3.27 Razdioba geopotencijalne visine (izohipse - pune crte u geopotencijalnim dekametrima), brzine i smjera vjetra (zastavice) i brzine vjetra više od 30 ms^{-1} na izobarnoj plohi 300 hPa (sjenčano u boji) (a), razdioba geopotencijalne visine (izohipse - pune crte u geopotencijalnim dekametrima) i temperature zraka (sjenčano u boji) na izobarnoj plohi 500 hPa (b), te razdioba geopotencijalne visine (izohipse - pune crte u geopotencijalnim dekametrima), brzine i smjera vjetra (zastavice) te temperature zraka (sjenčano u boji) na izobarnoj plohi 850 hPa (c), 11. rujna 2017. u 6 UTC

Figure 3.27 Geopotential height distribution (isohyps – full lines in geopotential decimetres), wind speed and direction (flags) and wind speeds of more than 30 ms^{-1} on the isobaric surface of 300 hPa (highlighted in different colour shades) (a), geopotential height distribution (isohyps – full lines in geopotential decimetres), and air temperatures (highlighted in different colour shades) on the isobaric surface of 500 hPa (b) and geopotential height distribution (isohyps – full lines in geopotential decimetres), wind speed and direction (flags) and air temperature (highlighted in different colour shades) on the isobaric surface 850 hPa (c), on 11 September 2017 at 6 UTC

Na tzv. "Sandwich" produktu koji je kombinacija satelitske HRV snimke i bojom poboljšane IR 10.8 μm snimke crvenom bojom označeni su hladni vrhovi MCS-a (eng. overshooting tops - OT) koji ukazuju na jaka uzlazna strujanja nad srednjim i dijelu sjevernog Jadrana, te nad Gorskim kotarom (Slika 3.25b).

Analiza prizemne sinoptičke situacije pokazuje da se ciklona, koja se 10. rujna formirala nad Genovskim zaljevom, premještala tijekom dana prema jugu, te se centar ciklone 11. rujna ujutro nalazio nad Tirenskim morem (Slika 3.26). Po visini je duboka ciklona u sklopu visinske doline imala centar nad Genovskim zaljevom. Njenim premještanjem prema jugu vidljivo je odvajanje hladne jezgre (eng. cut-off low) nad područjem Tirenskog mora, a nadalje se tijekom 11. rujna ciklona sporo premještala nad Jadran. Područje Jadrana nalazilo se na prednjoj strani mlazne struje vidljivoj na izobarnoj plohi 300 hPa. Na Slici 3.27 vidljiv je položaj duboke ciklone na izobarnim plohama 300, 500 i 850 hPa u 6 UTC. Ispred te ciklone u izraženom južnom strujanju na istočnu obalu Jadrana je pritjecao zrak bogat vlagom. Istodobno u nižim slojevima atmosfere pritjecao je topao zrak s juga, a po visini hladniji zrak u središtu visinske ciklone, što je za posljedicu imalo jako nestabilnu atmosferu. Kao posljedica toga nastali su intenzivni konvektivni procesi te posljedično ekstremne količine oborine i bujične poplave s izuzetno velikim štetama. Predviđanje ekstremnih količina oborine na razmjerno malom području kao što je opisano grmljavinsko nevrijeme moguće je predvidjeti s manjom ili većom vjerojatnošću. S druge strane slični ekstremni događaji mogu poslužiti kao korisna informacija za prilagodbu infrastrukture mogućim ekstremnim uvjetima koja će biti otpornija na te uvjete. Konačno sinergijsko djelovanje svih dionika od Vlade i lokalne samouprave do stručnih službi je neophodno kako bi štete, ne samo materijalne, bile što manje.

bination of the satellite HRV image and colour-enhanced IR 10.8 μm image (Figure 3.25b).

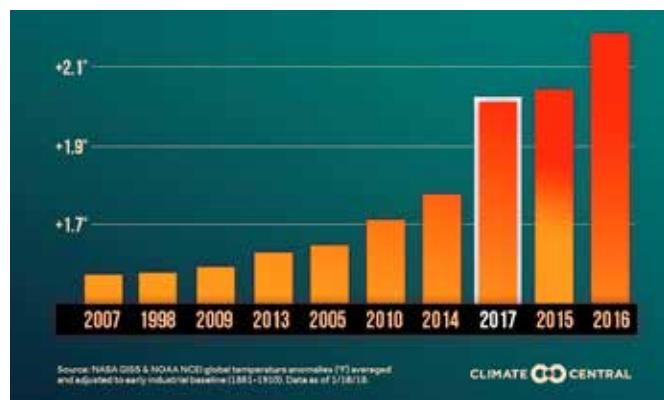
Surface synoptic situation analysis shows that the cyclone that formed on 10 September over the Gulf of Genoa shifted to the south during the day and its centre was over the Tyrrhenian Sea in the morning of 11 September (Figure 3.26). The upper level analysis shows a deep cyclone, within the upper level low, with its centre over the Gulf of Genoa. As it shifted to the south, a cut-off low separated over the Tyrrhenian Sea. In course of 11 September, the cyclone slowly moved over the Adriatic. The Adriatic area was at the front of the jet stream visible on the isobaric surface of 300 hPa. In Figure 3.27, the position of the deep cyclone is visible on the isobaric surfaces of 300, 500 and 850 hPa at 06 UTC. In front of that cyclone, in the strong southerly flow, moist air was advected toward the eastern Adriatic Coast. At the same time, in the lower atmospheric layers, warm air arrived from the south, and colder air arrived in the upper levels in the centre of the upper level cyclone, resulting in a very unstable atmosphere and generating intense convective processes and consequently extreme precipitation amounts and torrential floods with substantial damage. Extreme precipitation in a relatively small area, such as the described thunderstorm, can be predicted with a lower or a higher degree of probability. On the other hand, similar extreme events can provide useful information needed to adapt the infrastructure to possible extreme conditions and make it more resilient. Finally, the synergy of all stakeholders, from the government and local authorities to specialised agencies, is essential in order to minimize all types of damage, not only property damage.

4. OCJENA KLIME ZA 2017. GODINU NA GLOBALNOJ LJESTVICI

Prema ocjeni NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) i NASA (National Aeronautics and Space Administration), državnih agencija iz Sjedinjenih Američkih Država, 2017. godina imala je srednju globalnu godišnju temperaturu, koja se odnosi na prizemni sloj atmosfere iznad kopna i površinu mora, treću po veličini od predindustrijskog razdoblja, to jest odstupanje $+1.2^{\circ}\text{C}$ ($+2.1^{\circ}\text{F}$) od prosjeka za predindustrijsko razdoblje 1881.-1910. godina. Posebnost 2017. godine u odnosu na druge dvije najtoplijе godine, to jest 2016. i 2015. godinu, je odsutnost El Niño događaja (područja pozitivne anomalije površine Tihog ocena na prostranom ekvatorijalnom području) uz prevladavajuće neutralne uvjete do jeseni kada se frmirala La Niña (pod-

4. CLIMATE ASSESSMENT FOR THE YEAR 2017 ON GLOBAL SCALE

According to NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) and NASA (National Aeronautics and Space Administration), state agencies from United States of America, 2017 finished as the third-warmest year globally since preindustrial time i.e. with anomaly of $+1.2^{\circ}\text{C}$ ($+2.1^{\circ}\text{F}$) above the preindustrial average for the period 1881 – 1910. This is the warmest year on record without an El Niño in the Pacific Ocean, as neutral conditions existed in the Pacific until La Niña developed in the fall what was not case in 2016 and 2015, the two the warmest years ever registered by systematic observation. Ten the warmest years, since the beginning of the systematic observation, are presented in Figure 4.1 from which 9, except 1998, belong to 21 century (NOAA i NASA, 2018).



Slika 4.1 Deset najtopljih godina u razdoblju sustavnog mjerjenja temperature zraka i mora na Zemlji. NOAA i NASA (2018)

Figure 4.1 Ten the warmest years during the period of a systematic observation of air and ocean temperature on the Earth. NOAA and NASA (2018)

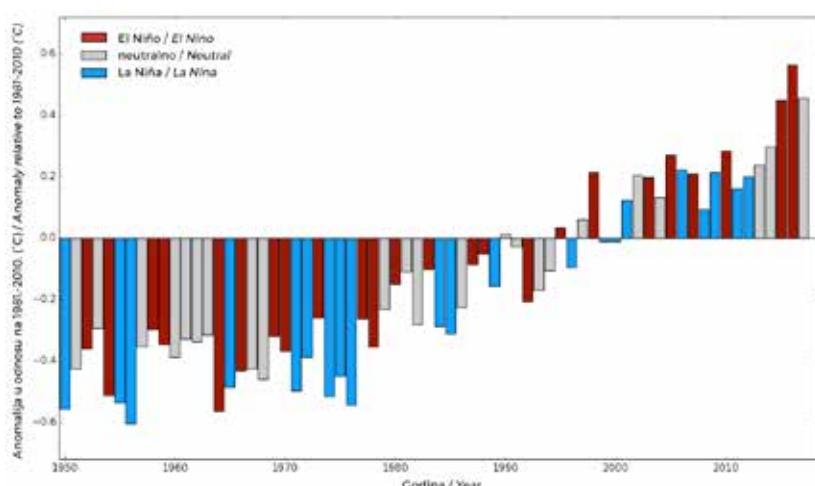


Figure 4.2 Anomalije srednje globalne temperature u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2010. godina (prema WMO, 2018)

Figure 4.2 Global average temperature anomalies in reference to the period 1981 – 2010 (after WMO 2018).

ručja negativne anomalije površine Tihog ocena na prostranom ekvatorijalnom području). Na Slici 4.1 je prikazano deset najtopljih godina od početka sustavnih meteoroloških motrenja od kojih 9, osim 1998. godine, su iz 21. stoljeća (NOAA i NASA, 2018).

Drugim riječima, prema WMO (2018), srednja globalna temperatura za 2017. godinu bila je 0.46°C iznad višegodišnjeg prosjeka 1981–2010. godina (14.3°C). Ovo 30-godišnje razdoblje je uzeto jer ga mnoge državne službe već koriste kao referentno klimatsko razdoblje za ocjenu kolebanja bitnih klimatskih varijabli kao što su temperatura, oborina i vjetar, koje su važne za upravljanje vodama, energijom, poljoprivredom i zdravstvenom zaštitom (Slika 4.2). Državni hidrometeorološki zavod kao referentno razdoblje koristi tradicionalno 30-godišnje razdoblje 1961.–1990. godina koje također još koristi i Međuvladin panel o klimatskim promjenama (IPCC).

In other words, according to WMO (2018), the globally averaged temperature in 2017 was 0.46°C above the 1981 – 2010 multiannual average (14.3°C). This 30-year baseline is used by some national meteorological and hydrological services to assess the averages and variability of key climate parameters, such as temperature, precipitation and wind, which are important for climate sensitive sectors such as water management, energy, agriculture and health (Figure 4.2). Meteorological and Hydrological Service uses a traditional standard period 1961 – 1990 which is still in use by Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

The highest positive average annual temperature anomalies appear near the Arctic region (Figure 4.3) what is in agreement with climate scenarios.

A summary of clime characteristics on a global scale for 2017 is presented in Figure 4.4. The last three years i.e.

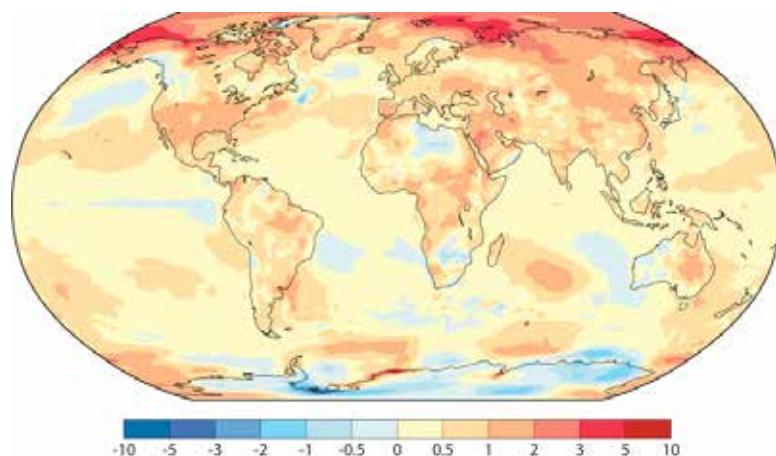


Figure 4.3 Razdioba anomalija srednje godišnje temperature za 2017. godinu u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2010. godina (prema WMO, 2018)

Figure 4.3 Distribution of average annual temperature anomalies for 2017 in reference to the period 1981 – 2010 (after WMO, 2018)



Slika 4.4 Sažetak klimatskih obilježja na globalnoj ljestvici za 2017. godinu (prema WMO, 2018)

Figure 4.4 Summary of clime characteristics on a global scale for 2017 (after WMO, 2018)

Najviše vrijednosti pozitivnih anomalija temperature bile su u arktičkom području (Slika 4.3), što je u skladu s klimatskim scenarijima.

Sažetak klimatskih karakteristika na globalnoj ljestvici za 2017. godinu prikazan je na slici 4.4. Zadnje tri godine, to jest 2015., 2016. i 2017. bile su 3 najtoplje godine od kada postoje sustavna meteoroška motrenja sa srednjom globalnom temperaturom za 1.1-1.2°C iznad predindustrijskog razdoblja 1881. – 1910. godina. Godina 2017. je bila godina bez utjecaja El Niña te godina jakog utjecaja ekstremnog vremena.

Dugoročno globalno zatopljenje posljedica je porasta emisije stakleničkih plinaova u Zemljinoj atmosferi. U prosincu 2017. godine na posatji Mauna Loa (Hawaii) koncentracija ugljik dioksida bila je 406.82 čestice po milijunu (engl. parts per million - ppm), s porastom od 2.40 ppm u odnosu na prosinac 2016. godine. Na početku mjerjenja, koncentracije ugljik dioksida na istoj postaji 1958. godine bila je 314.67 ppm, za 29% manja nego 2017. godine.

LITERATURA

WMO, 2018: Provisional statement on the status of the global climate in 2017.

NASA&NOAA, 2018: Provisional statement on the status of the global climate in 2017.

2015, 2016 and 2017 are the warmest 3 years since the beginning of systematic climate observation with global average temperature higher 1.1-1.2°C above the pre-industrial average (1881 – 2010). The year 2017 was without El Niño influence and a year with high impact of extreme weather.

Long-term trend of global warming is caused by greenhouse gaseous emissions in the Earth atmosphere. The December 2017 average concentration of carbon dioxide at the NOAA Mauna Loa site in Hawaii was 406.82 parts per million (ppm), an increase of 2.40 ppm from December 2016, and up from 314.67 ppm (29%) from December 1958, when records began there.

REFERENCES

WMO, 2018: Provisional statement on the status of the global climate in 2017.

NASA&NOAA, 2018: Provisional statement on the status of the global climate in 2017.

