



PRIKAZI br. 31

REVIEWS N° 31

PRAĆENJE I OCJENA KLIME U 2019. GODINI
CLIMATE MONITORING AND ASSESSMENT FOR 2019



DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD
CROATIAN METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL SERVICE

www.meteo.hr

UDK 551.582
HS 97-0331

ISSN 1331-775X

PRIKAZI br. 31 **REVIEWS N° 31**

PRAĆENJE I OCJENA KLIME U 2019. GODINI

CLIMATE MONITORING AND ASSESSMENT FOR 2019

Zagreb, srpanj 2020.
Zagreb, July 2020

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

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

Urednici i autori dr. sc. Krešo Pandžić dr. sc. Tanja Likso dr. sc. Tanja Trošić Lesar	Editors and authors Krešo Pandžić, PhD Tanja Likso, PhD Tanja Trošić Lesar, PhD
---	--

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

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

PREDGOVOR

Prema izvješću Svjetske meteorološke organizacije (WMO) globana srednja površinska temperatura na Zemlji za 2019. godinu bila je 1.1°C iznad prosjeka za predindustrijsko razdoblje 1850. – 1900. godina. Prema procjeni WMO-a koja se zasniva na pet raspoloživih nizova podataka u svjetskim klimatskim centrima, 2019. godina je najvjerojatnije druga po redu najtoplija godina. Četiri klimatska centra svrstavaju 2019. godinu na drugo mjesto, a jedan na treće mjesto prema globalnoj godišnjoj temperaturi. Raspon anomalija temperatura tih centara je od 1.05°C do 1.18°C. Iako je kao godina globalno u prosjeku jedna od toplijih u povijesti mjerenja, postoje znatne varijacije anomalija širom planete. Većina kopnenih površina bila je toplija od prosjeka recentnog razdoblja 1981. – 2010. U Africi je 2019. bila među tri najtoplije godine od 1950. godine. Drugi kontinentalni prosjeci bili su među tri najtoplija, osim Sjeverne Amerike koja je tek 14. najtoplija u nizu iako je Aljaska bila izuzetno topla. Naglašeno topli bili su veliki dijelovi Arktika, srednja i jugoistočna Europa, južna Afrika, jugoistočna Azija, dijelovi Australije (gdje je godina bila najtoplija i najsušnija od kada postoje meteorološka mjerenja što je utjecalo na pojavu šumskih požara velikih razmjera), sjeveroistočna Azija i dijelovi Brazila koji je bio zahvaćen nezapamćenim šumskim požarima. Izvan područja Sjeverne Amerike ograničeno je kopneno područje s negativnim temperaturnim anomalijama za 2019. godinu.

Na području Australije, Indonezije i okolnih zemalja neobično sušni uvjeti prevladavali su u 2019. godini u odnosu na višegodišnji prosjek 1951. – 2010. godina. Pri tom su bile ispodprosječne količine oborine u južnoj Africi, Srednjoj Americi i dijelovima Južne Amerike. Iznadprosječne količine oborine zabilježene su međutim u središnjem dijelu Sjedinjenih Američkih Država, sjevernoj Kanadi, sjevernoj Rusiji, jugozapadnoj Aziji, sjevernoj Kini i istočnoj Africi. Kao što je prethodno spomenuto, kao posljedica ekstremnih vrućina i suše Australiju i Brazil su tijekom tamošnjeg toplijeg i sušnijeg dijela godine pogodili šumski požari ekstremnih razmjera.

Za vrijeme 2019. godine srednja globalna morska razina nastavlja rasti dostižući maksimalnu vrijednost od početka mjerenja vrlo preciznim altimetrima tj. od siječnja 1993. godine. Porast morske razine regionalno nije jednak. Najizraženiji regionalni trendovi su na južnoj hemisferi istočno od Madagaskara u Indijskom oceanu, istočno od Novog Zelanda u Tihom oceanu te istočno od Rio de la Plata/Južna Amerika u južnom Atlantiku. Na sjevernoj hemisferi ističe se izduženo područje povećanog trenda vidljivo na sjevernom Pacifiku.

Ledena površina Arktika smanjuje se u svim mjesecima tijekom satelitske ere (1979. – sadašnjost) s relativno najvećim ledenicima ledenih površina u kasnom ljetu, tj. u doba godišnjeg minimuma.

Godina 2019. bila je ekstremno topla na 50% teritorija Republike Hrvatske dok je preostalih 50% teritorija svrstano u kategoriju vrlo toplo. Istovremeno je prevladavalo kišno vrijeme na 45%, vrlo kišno na 17% i ekstremno kišno na 3% teritorija dok je preostalih 35% teritorija svrstano u kategoriju normalno.

Ekstremne vremenske prilike na području Hrvatske obilježile su također 2019. godinu. Olujno nevrijeme je u razdoblju od 12.-14. svibnja 2019. godine zahvatilo velik dio Hrvatske. Najviše je intervencija zabilježeno

PREFACE

According to the report of the World Meteorological organization (WMO) global mean surface temperature for 2019 was around 1.1°C above the 1850–1900 baseline, used as an approximation of preindustrial levels. The year 2019 is likely to be the second warmest on record. The WMO assessment is based on five global temperature datasets. Four of the five putting 2019 in second place and one dataset places it on the third warmest. The spread of the five estimates is between 1.05°C and 1.18°C. Although the overall warmth of the year is clear, there were variations in temperature anomalies across the globe. Most land areas were warmer than the recent average 1981 – 2010. The year 2019 was among the top three warmest on record since at least 1950 over Africa. Other continental averages were among the three warmest, except the average for North America, which was nominally 14th warmest. The US State of Alaska was exceptionally warm. Areas of notable warmth for the year include large areas of the Arctic, central and Eastern Europe, southern Africa, mainland Southeast Asia, parts of Australia (where it was the warmest and the driest year on record), north-east Asia and parts of Brazil. Outside of North America, there were limited areas of below-average temperature over land.

For 2019 unusually dry conditions in relation to long-term means 1951 – 2010 were observed in Australia, western Indonesia and surrounding countries. Also, southern Africa, Central America and parts of South America received abnormally low precipitation amounts. Large areas with unusually high precipitation amounts were observed in the Central United States, Northern Canada, northern Russia, South-west Asia, northern China and eastern Africa. As above mentioned, as a consequence of extremely warm and dry weather, Australia and Brazil were affected by extremely strong forest fires during their warmer and drier parts of the year.

In 2019, the sea level continued to rise, with the global mean sea level reaching its highest value since the beginning of the high-precision altimetry record i.e. since January 1993. Sea-level rise is not regionally uniform. The strongest regional trends in the southern hemisphere are east of Madagascar in the Indian Ocean, east of New Zealand in the Pacific Ocean, and east of Rio de la Plata/South America in the South Atlantic. In the northern hemisphere, an eastward, elongated pattern is also seen in the North Pacific.

Arctic sea ice has seen a long-term decline in all months during the satellite era (1979–present), with the largest relative losses in late summer, around the time of the annual minimum.

The year 2019 was extremely warm on 50% of the territory of Croatia, while the remaining 50% is classified as very warm. At the same time, wet weather was prevalent in 45%, very wet in 17%, and extremely wet in 3% of the territory. The weather in remaining 35% of the territory was in the normal category.

An extreme weather is a characteristic of the year 2019. Severe weather during the period from the 12th to the 14th May 2019 affected large swathes of Croatia. The largest number of interventions was recorded in the city of Zagreb on the 12th May 2019, when all the utility services intervened due to downed trees, ripped off roofs, traffic interruptions due to a power outage when 6 people were injured. For example, a tree fell on a moving tram and se-

na području grada Zagreba dana 12. svibnja 2019. kada su sve komunalne službe bile na intervencijama uslijed srušenog drveća, porušenih krovova, prekida u prometu zbog šteta na tramvajskim vodovima i nestanka struje, a pritom je ozlijeđeno 6 osoba. Nevrijeme je ostavilo trag i na povijesnoj crkvi svetog Marka, gdje je oštećen sat kao i na KBC Rebrow. Slično stanje zabilježeno je u više gradova središnje Hrvatske. U Varaždinskoj županiji je uslijed porasta vodostaja rijeka proglašeno pripremno stanje obrane od poplava. Bujičnih poplava bilo je u Istri. Na Jadranu je 13. svibnja 2019. zapuhala orkanska bura. Snažna ciklona koja se 12. studenoga 2019. premještala preko Hrvatske donijela je velike količine oborine, osobito na Jadranu te predjelima uz Jadran: unutrašnjost Dalmacije, Gorski kotar i Lika te unutrašnjost Istre. U Dalmaciji je puhalo olujno i orkansko jugo, koje je rušilo stabla, stupove i uzrokovalo značajnu materijalnu štetu. Pomorski promet je većinom bio u prekidu. U kombinaciji s niskim tlakom došlo je do podizanja razine mora, što je uzrokovalo plavljenje riva duž obale, od Istre do Dalmacije, a osim toga zabilježeni su i visoki valovi.

dr. sc. Branka Ivančan-Picek

vere weather damaged the clock of St. Mark's Church, as well as University Hospital Centre Zagreb (Rebro). The traffic on the Sljeme Road was interrupted and hundreds of trees were blown down by the wind on Medvednica hill. In Varaždin County the water level of rivers started increasing and preparatory measures for flood emergency were taken. Moreover, there were flash floods in Istria. On the 13th May 2019 the severe Bora occurrence was registered in the Adriatic. The powerful cyclone moving across Croatia on the 12th November 2019 brought high amounts of precipitation, especially in the Adriatic and the areas along the Adriatic – the Dalmatian Inland, Gorski Kotar and Lika region, as well as in the Istrian inland. Strong and severe wind (Sirocco) hit Dalmatia, knocking down trees and pillars and causing considerable material damage. The maritime traffic was mostly interrupted. In combination with low air pressure, the sea level rose, causing the flooding of the waterfront along the coast from Istria to Dalmatia. In addition to this, high waves were recorded.

Branka Ivančan-Picek, PhD

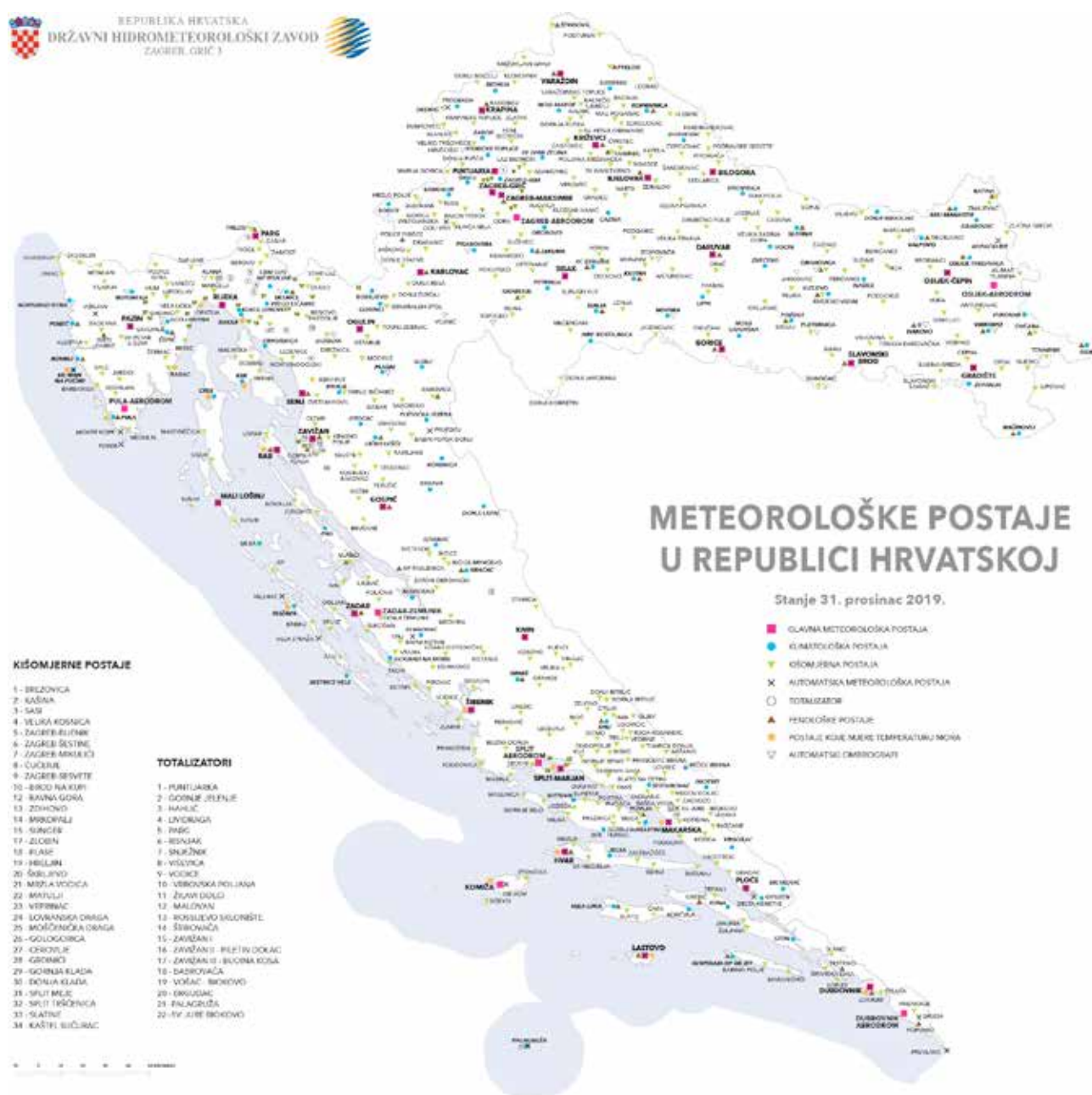
SADRŽAJ

TABLE OF CONTENTS

1.	Praćenje klime u Hrvatskoj	9
1.	Climate Monitoring in Croatia	9
2.	Kartografski prikaz mjesečnih, sezonskih i godišnjih anomalija temperature zraka i količine oborine za Hrvatsku za 2019. godinu	11
2.	Maps of monthly, seasonal and annual air temperature and precipitation anomalies in Croatia in the year 2019	11
3.	Ocjena anomalija temperature zraka i količine oborine za Hrvatsku za 2019. godinu	29
3.	Assessment of air temperature and precipitation amount anomalies in Croatia in the year 2019	29
3.1	Ocjena toplinskih i oborinskih prilika u Hrvatskoj za 2019. godinu	29
3.1	Assessment of climate anomalies in Croatia in 2019	29
3.2	Ekstremna klimatska razdoblja u 2019. godini	38
3.2	Extreme climate periods in 2019	38
3.3	Dodatna analiza klimatskih anomalija u 2019. godini	39
3.3	Additional analysis of climate anomalies in Croatia in 2019	39
3.3.1	Analiza klimatskih anomalija na području Hrvatske za 2019. godinu	41
3.3.1	Analysis of climate anomalies in Croatia in 2019	41
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	Olujno nevrijeme 12. – 14. svibnja 2019. godine	44
3.3.3	Severe weather from 12 th to 14 th May 2019	44
3.3.4	Nevrijeme 12. studenoga 2019. godine	49
3.3.4	Severe weather on 12 th November 2019	50
4.	Ocjena klime za 2019. godinu na globalnoj ljestvici	54
4.	Climate assessment for the year 2019 on global scale	54
4.1	Temperatura zraka	54
4.1	Air temperature	54
4.2	Oborina	56
4.2	Precipitation	56
4.3	Koncentracija ugljičnog dioksida	56
4.3	Carbon dioxide concentration	56
4.4	Porast morske razine	57
4.4	Sea level rise	57
4.5	Topljenje leda	58
4.5	Ice melting	58
4.6	Literatura	59
4.6	References	59

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 zakašnjenja, 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.

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

Operativni sustav praćenja klime u Hrvatskoj ima sljedeće komponente:

- Meteorološka motrenja (opažanja i mjerenja) 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 mjesečnih izvješća;
- Mjesečne analize klimatoloških podataka s izradom ocjene za svaki mjesec usporedbom klimatoloških podataka dotičnog mjeseca s višegodišnjim prosjekom za razdoblje 1981. – 2010. godina;
- Ocjene klimatskih anomalija na razini godišnjih doba i godine kao cjeline;
- Redovito mjesečno, 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 1981. – 2010. godina daje sljedeću klasifikaciju prikazanu u tablici 1.1.

Percentili predstavljaju procjenu vjerojatnosti (izraženu u postocima) 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 nadma-

- 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 1981 – 2010;
- 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 1.1) using anomalies from the multiannual average (1981 – 2010):

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

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	extremely cold	< 2
vrlo hladno	very cold	2–9
hladno	cold	9–25
normalno	normal	25–75
toplo	warm	75–91
vrlo toplo	very warm	91–98
ekstremno toplo	extremely warm	> 98

Za oborinu For precipitation		Percentili Percentiles
ekstremno sušno	extremely dry	< 2
vrlo sušno	very dry	2–9
sušno	dry	9–25
normalno	normal	25–75
kišno	wet	75–91
vrlo kišno	very wet	91–98
ekstremno kišno	extremely wet	> 98

šena 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 jedanput 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 1981. – 2010. godina) te omeđuju područja odgovarajućih klasa (razreda) anomalija za područje Hrvatske. Te ocjene svrstavaju klimatske anomalije u klase u odnosu na navedene višegodišnje prosjeke. Taj pristup osigurava objektivnost ocjene klimatskih anomalija izbjegavajući tako subjektivnost pojedinca.

Na kartama anomalija uz svaku meteorološku postaju naznačena 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 2019. GODINU

Slijedi prikaz anomalija srednjih mjesečnih, sezonskih i godišnjih vrijednosti temperature zraka definiranih kao odstupanje od višegodišnjeg prosjeka za referentno razdoblje 1981.–2010. godina. Vrijednosti anomalija temperature zraka označene su na postajama dok je bojom označena pripadnost klasi razdiobe čestina anomalija, izraženih u percentilima. Anomalije mjesečnih, sezonskih i godišnjih količina oborine za postaje izražene su u postotcima višegodišnjeg prosjeka za navdano referentno razdoblje dok je pripadnost klasi razdiobe čestina anomalija označena odgovarajućom bojom.

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 1981 – 2010) 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.

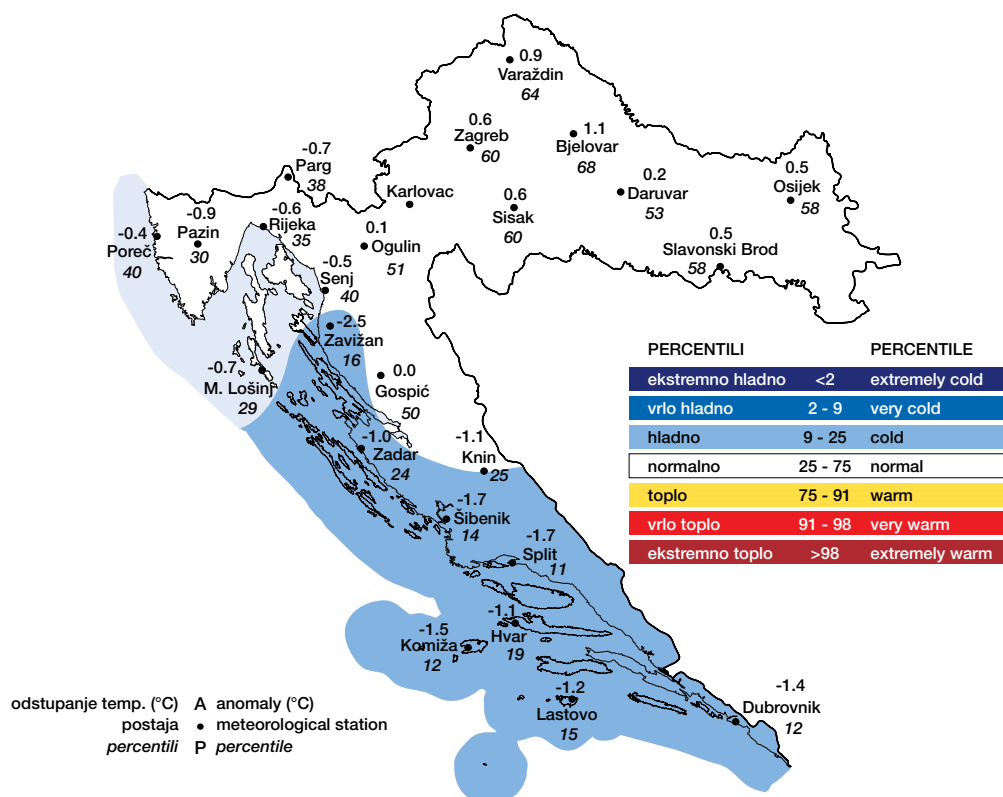
Furthermore, the upper number provides in detail the deviation of climate elements from the multiannual average in each category. For example, the value of air temperature or precipitation can be lower or higher than the multiannual average in the normal category, comprising 50% percentiles. Such detailed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

2. MAPS OF MONTHLY, SEASONAL AND ANNUAL ANOMALIES OF AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION AMOUNTS IN CROATIA IN 2019

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 period 1981 – 2010 are shown as follows. The values of air temperature anomalies are indicated at the stations, and the colour describes the corresponding category of the frequency distribution of air temperature 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 frequency distribution of precipitation anomalies.

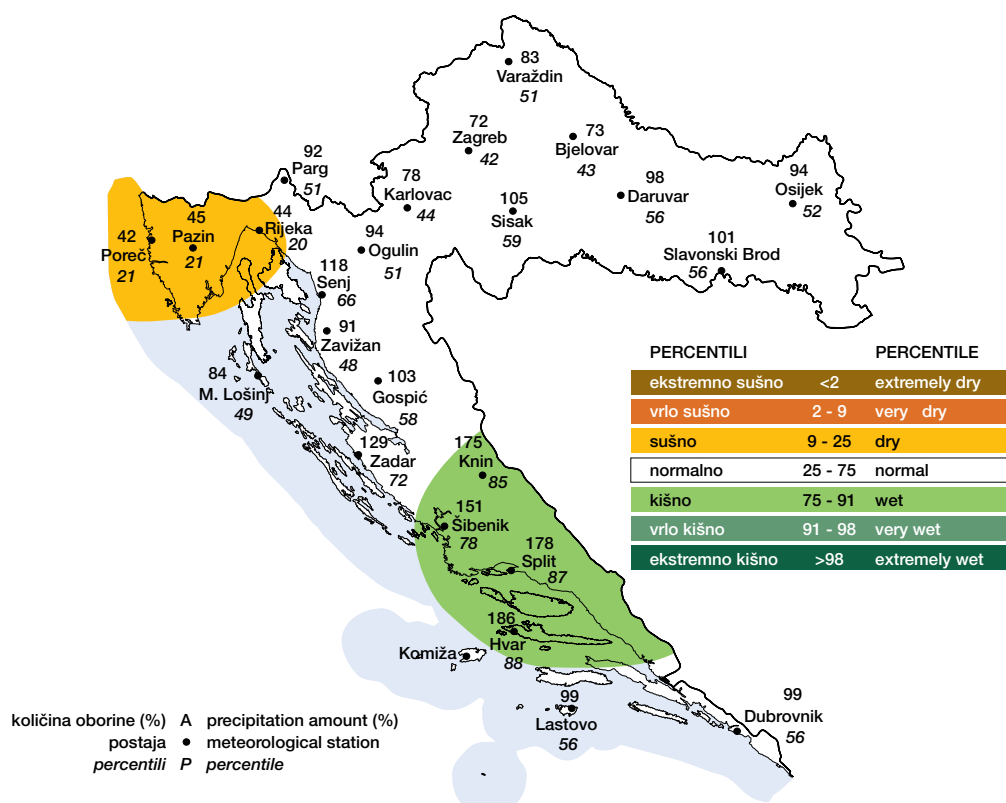
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za SIJEČANJ 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in JANUARY 2019



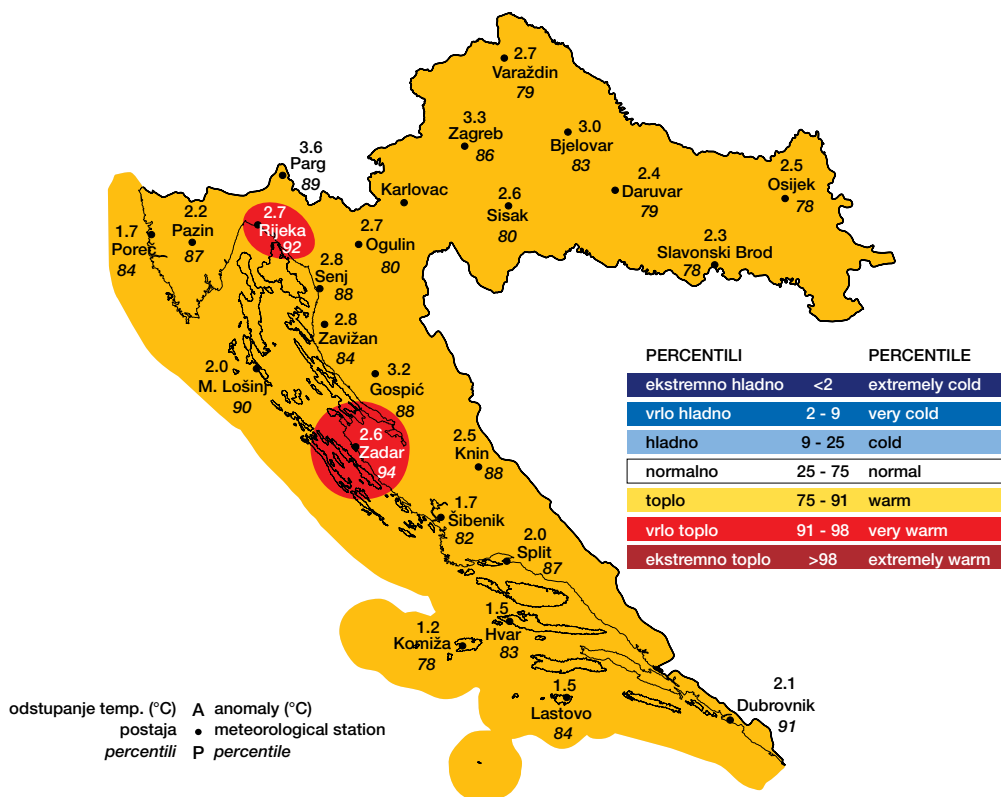
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za SIJEČANJ 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in JANUARY 2019



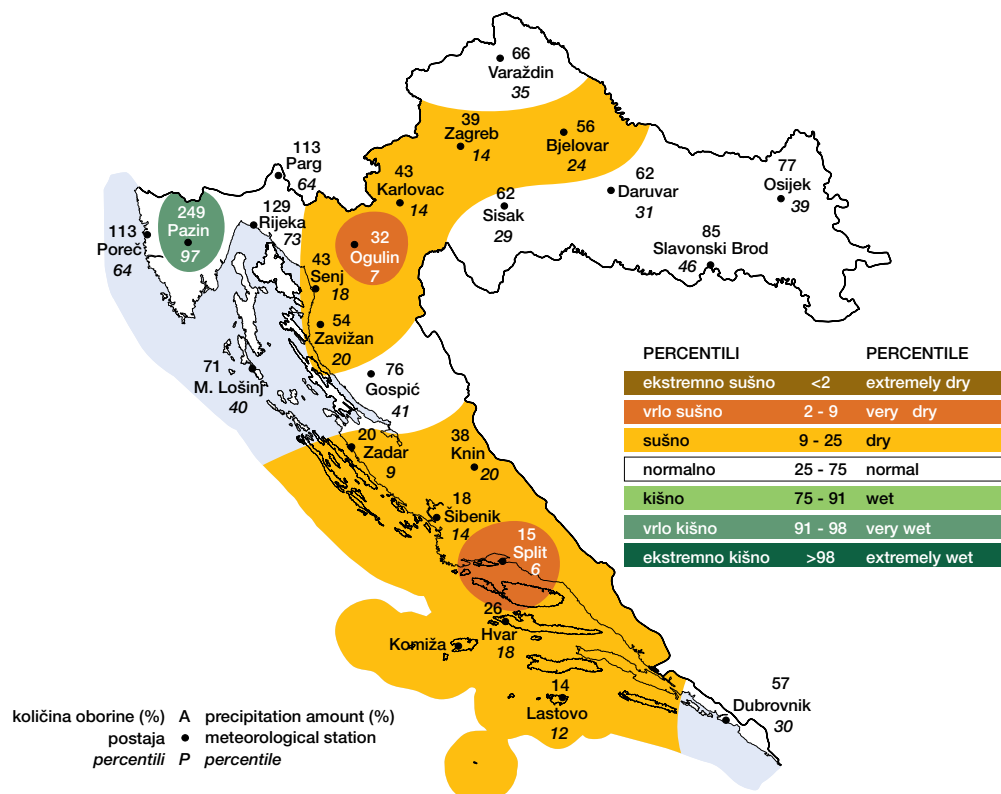
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za VELJAČU 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in FEBRUARY 2019



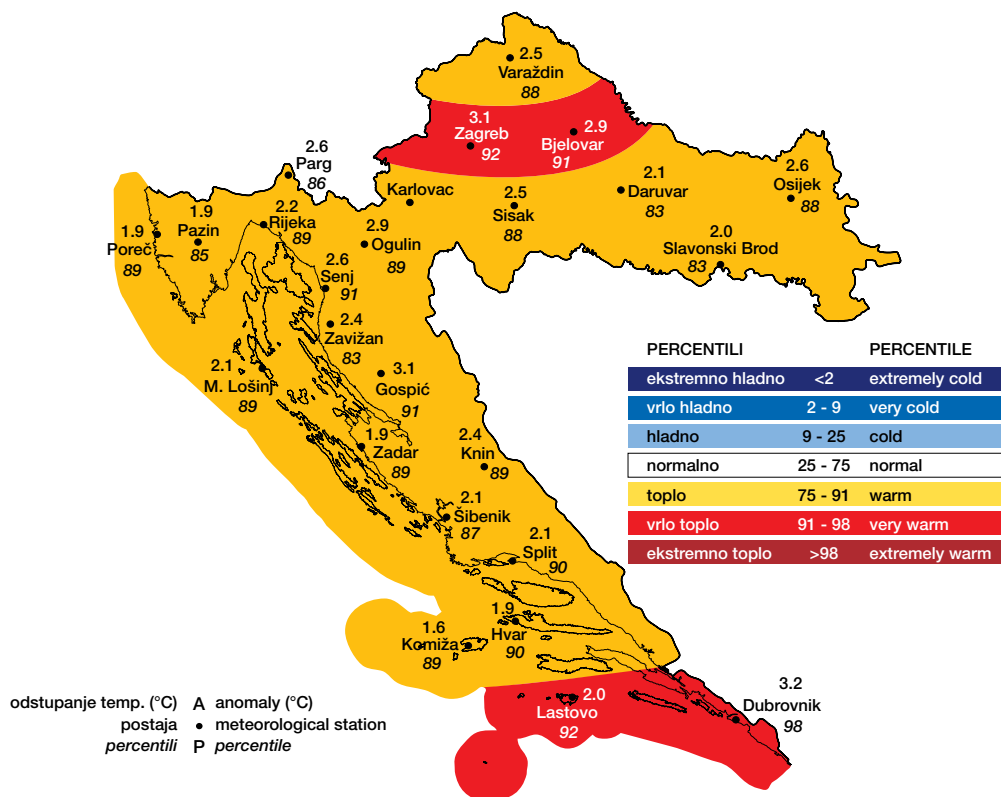
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za VELJAČU 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in FEBRUARY 2019



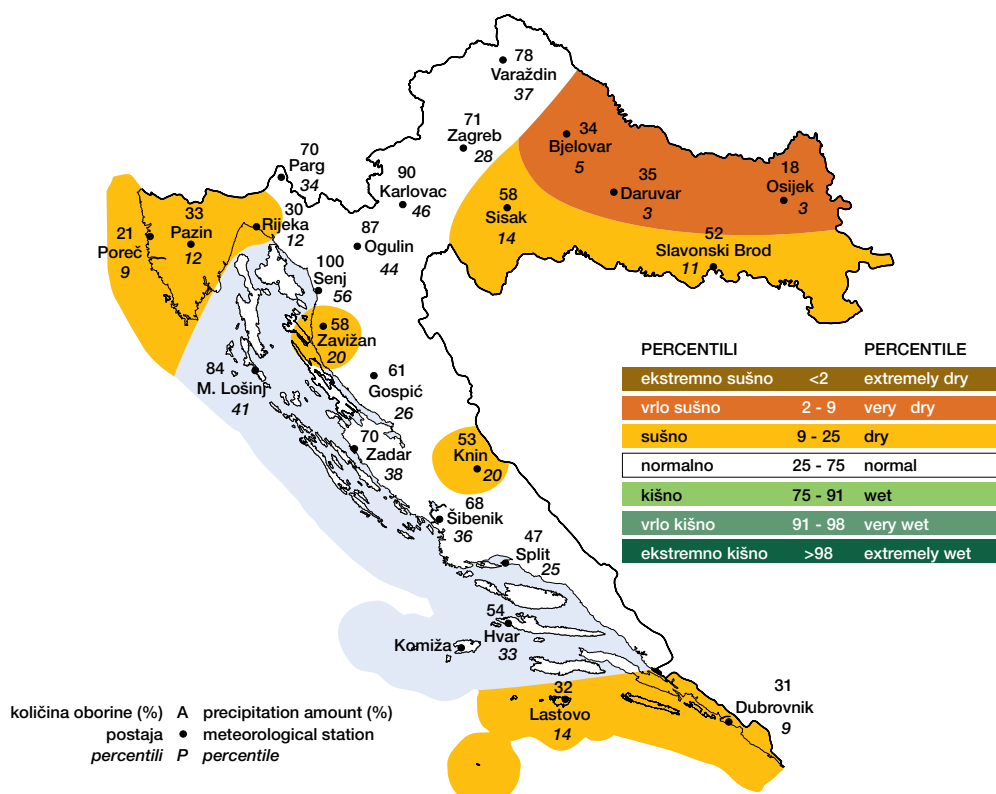
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za OŽUJAK 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in MARCH 2019



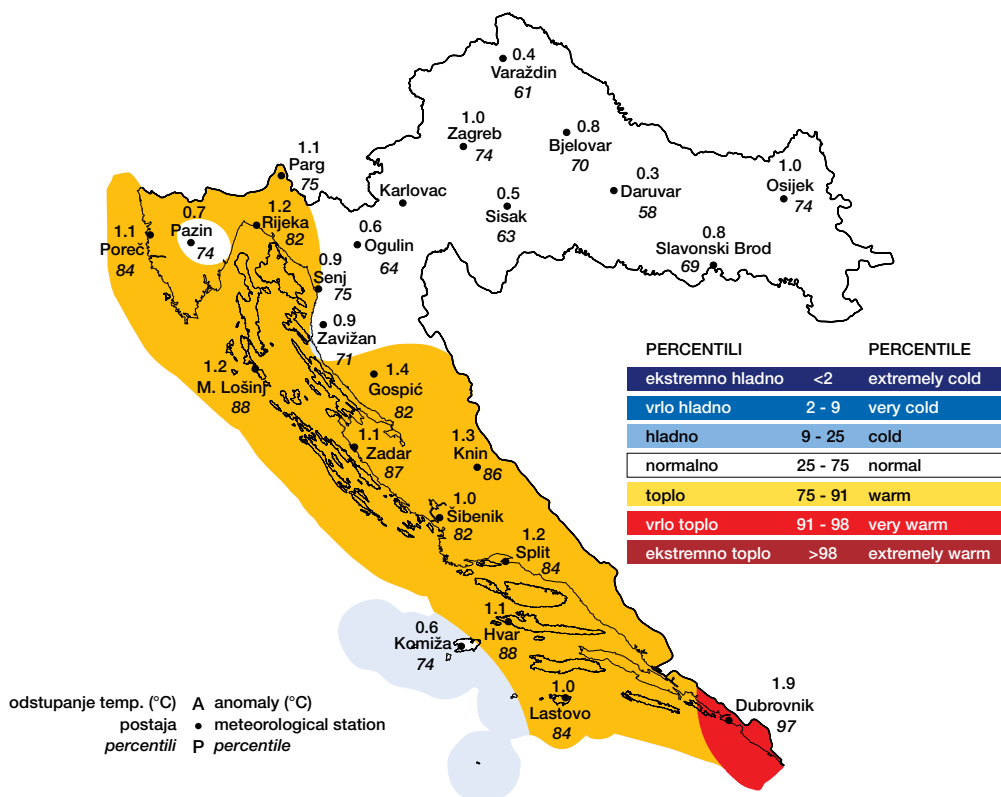
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za OŽUJAK 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in MARCH 2019



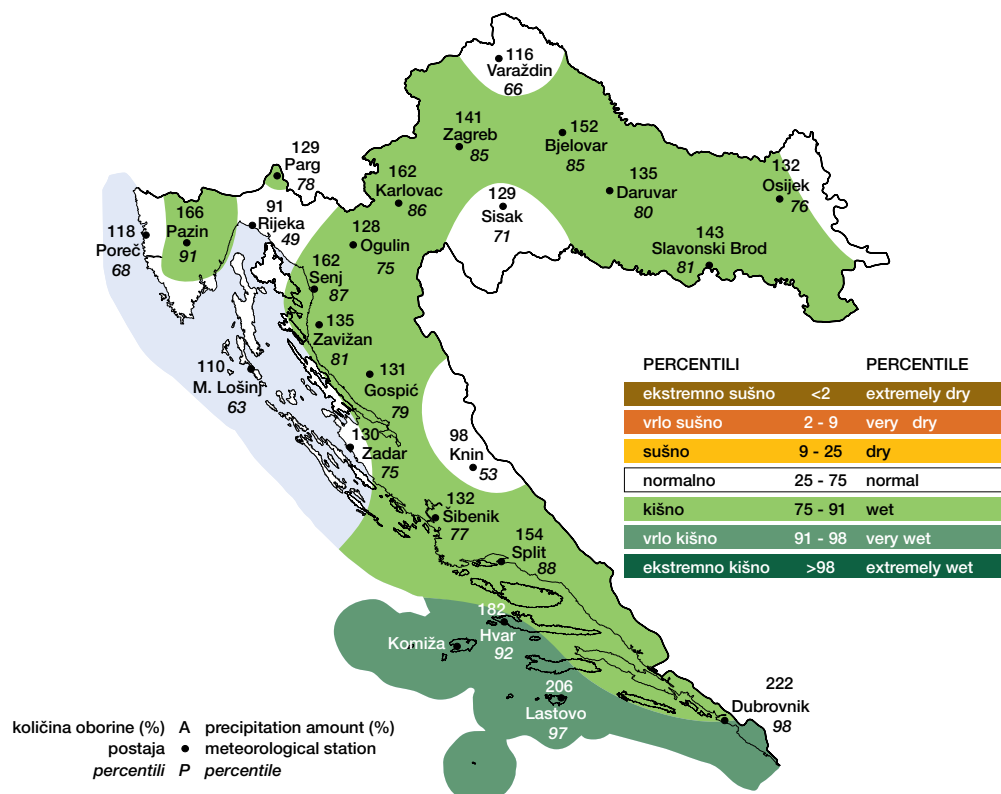
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za TRAVANJ 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in APRIL 2019



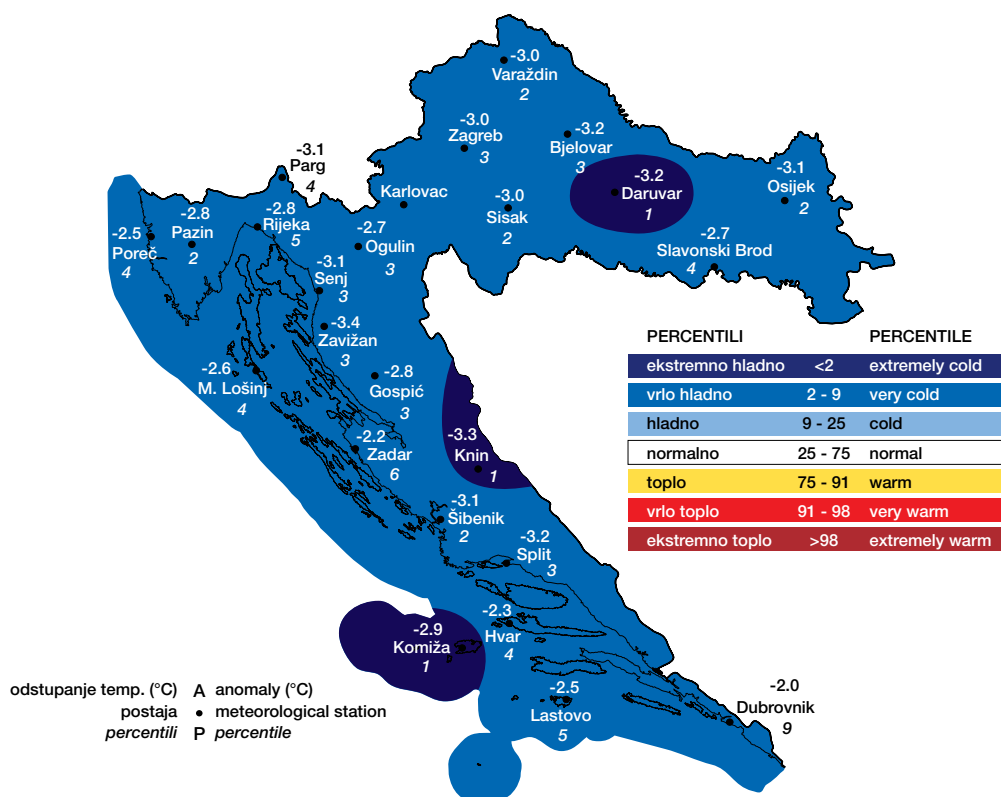
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za TRAVANJ 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in APRIL 2019



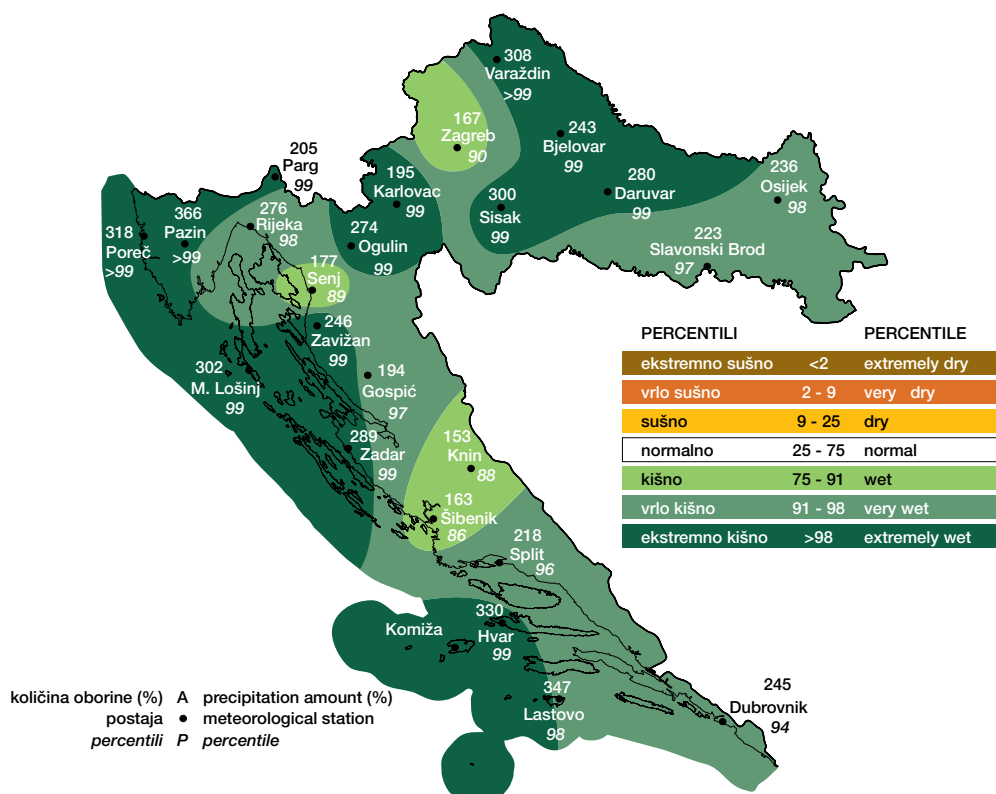
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za SVIBANJ 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in MAY 2019



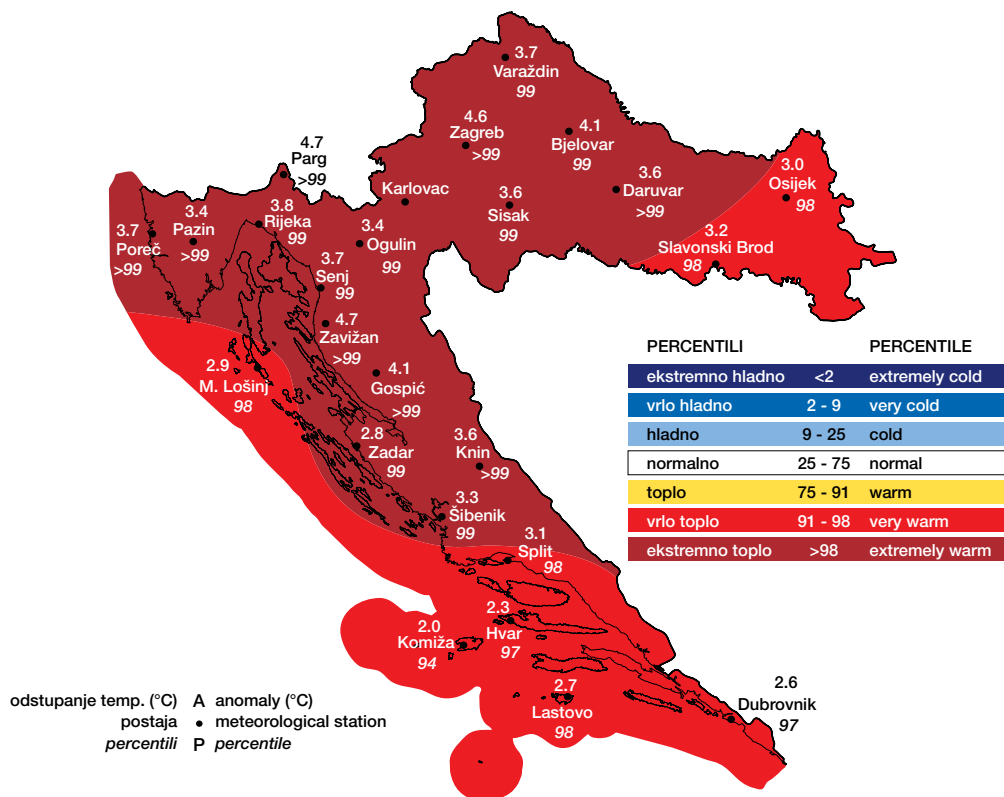
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za SVIBANJ 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in MAY 2019



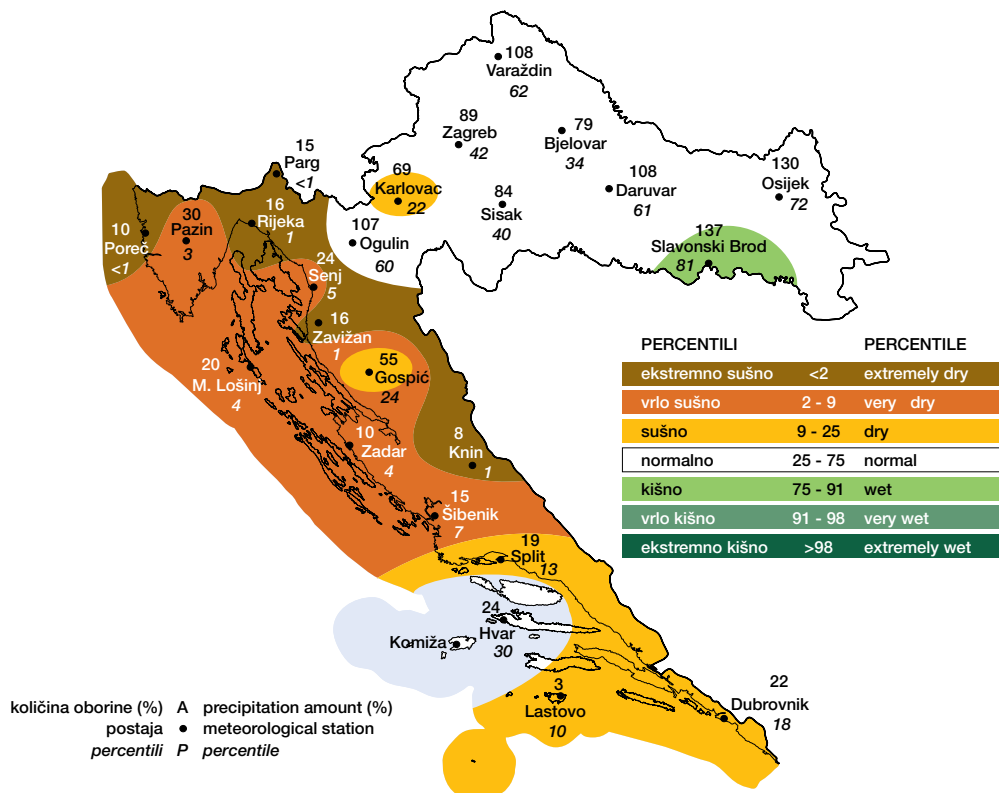
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za LIPANJ 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in JUNE 2019



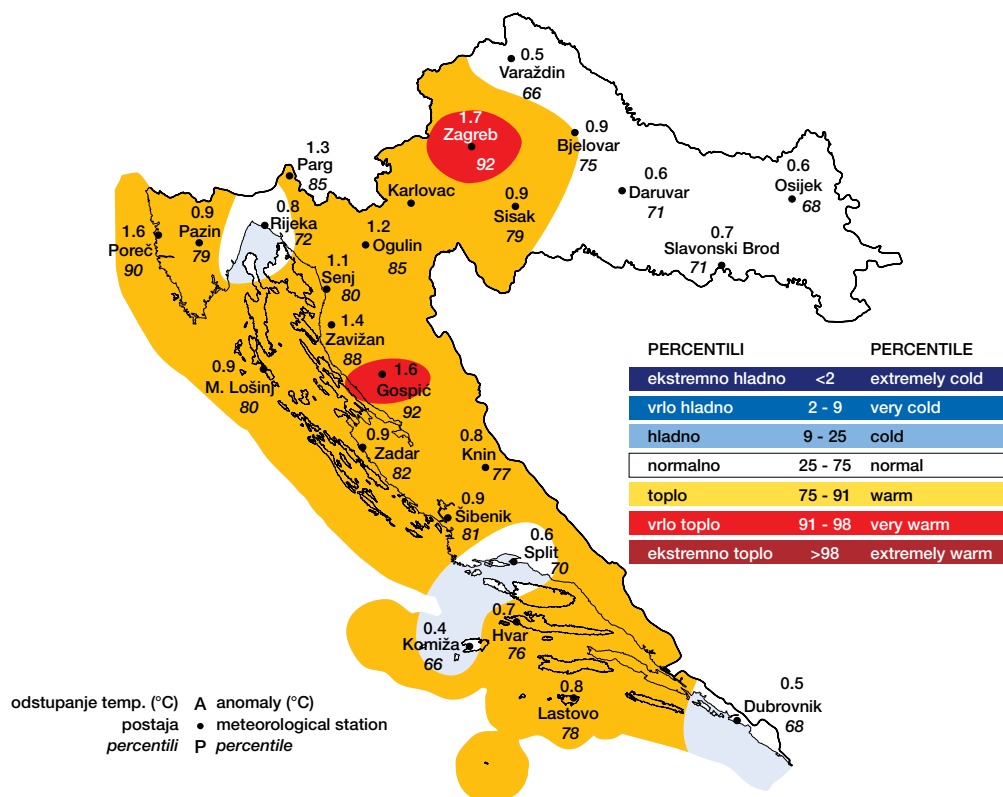
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za LIPANJ 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in JUNE 2019



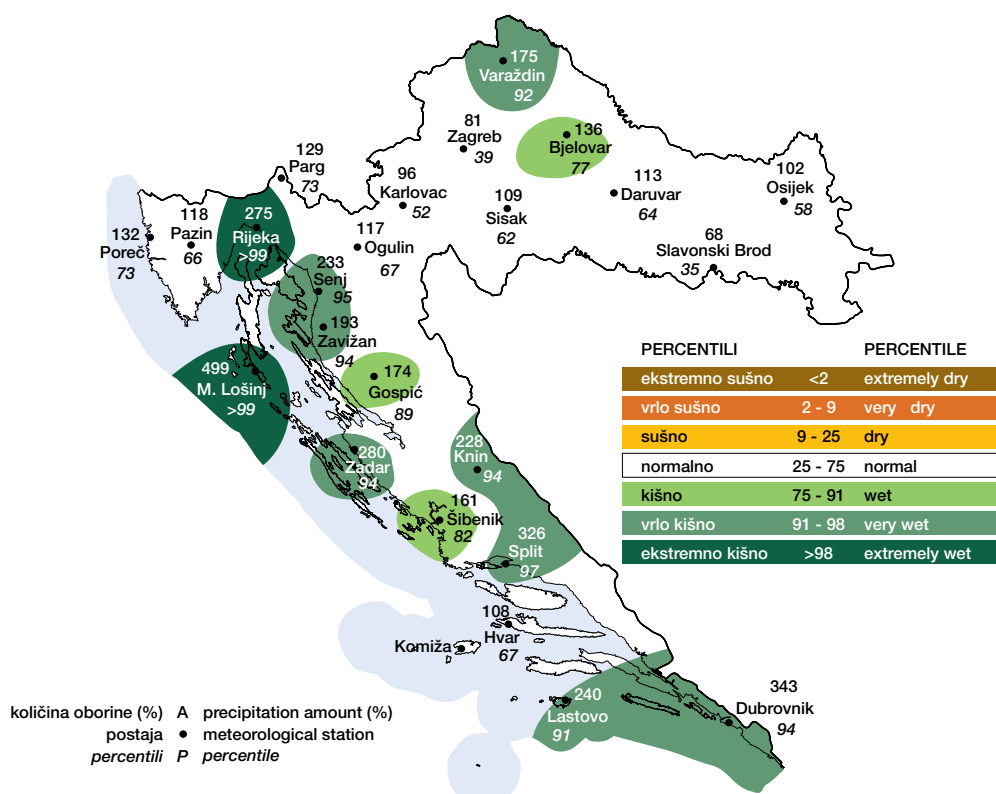
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za SRPANJ 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in JULY 2019



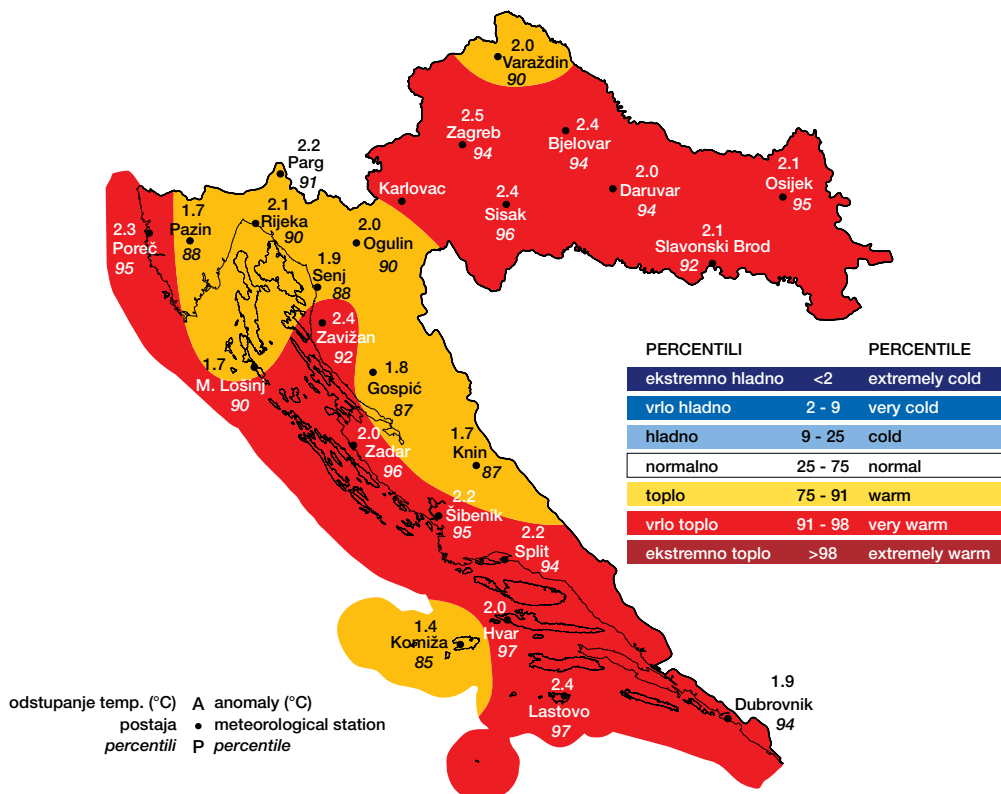
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za SRPANJ 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in JULY 2019



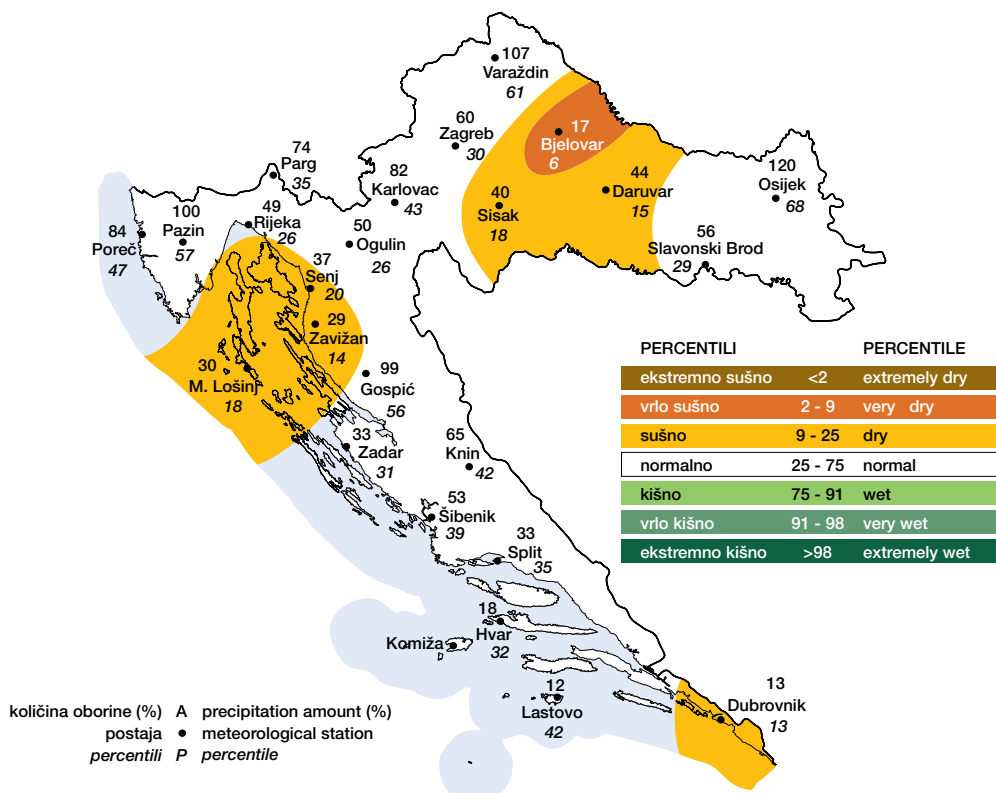
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za KOLOVOZ 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in AUGUST 2019



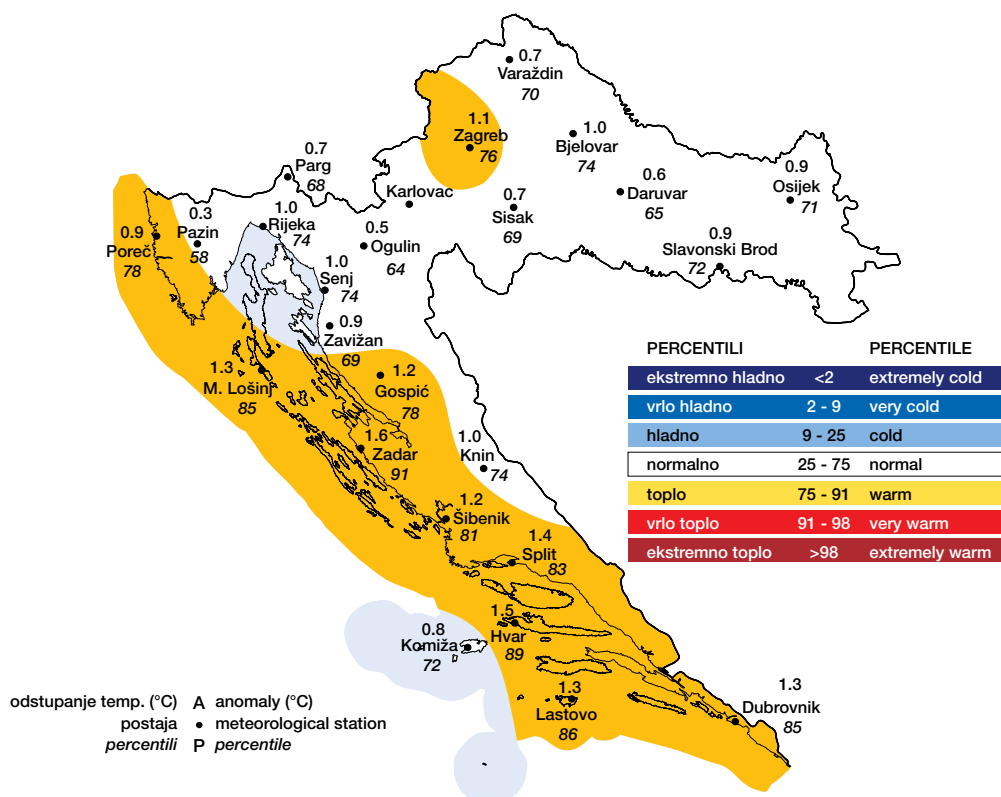
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za KOLOVOZ 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in AUGUST 2019



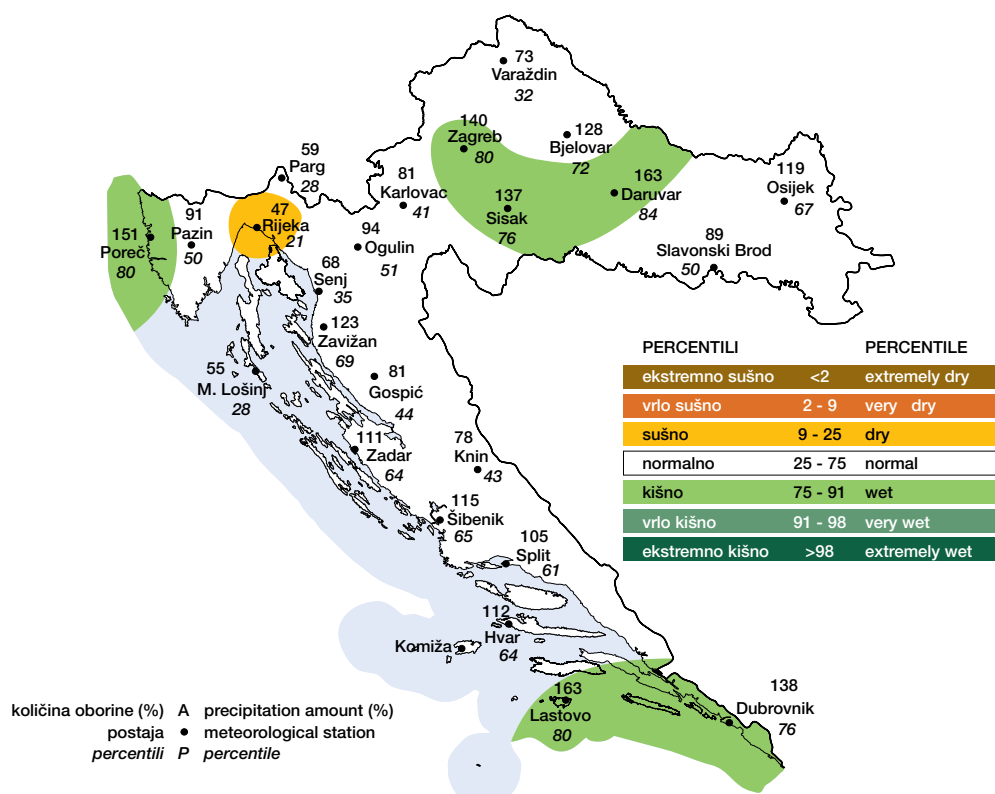
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za RUJAN 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in SEPTEMBER 2019



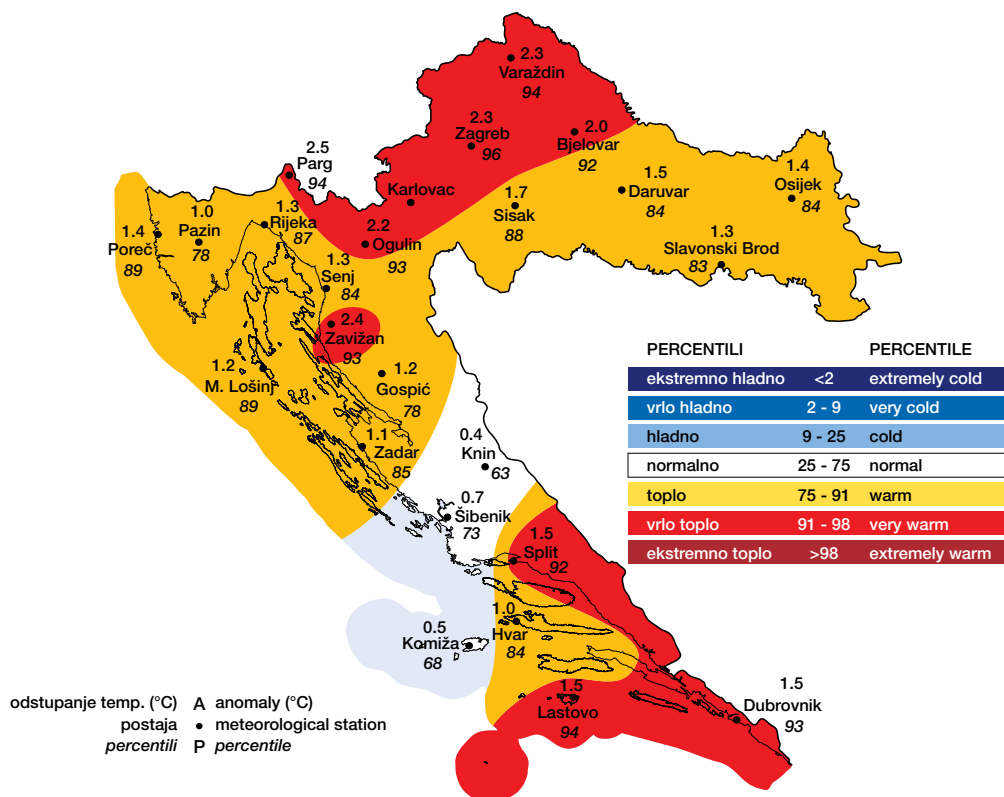
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za RUJAN 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in SEPTEMBER 2019



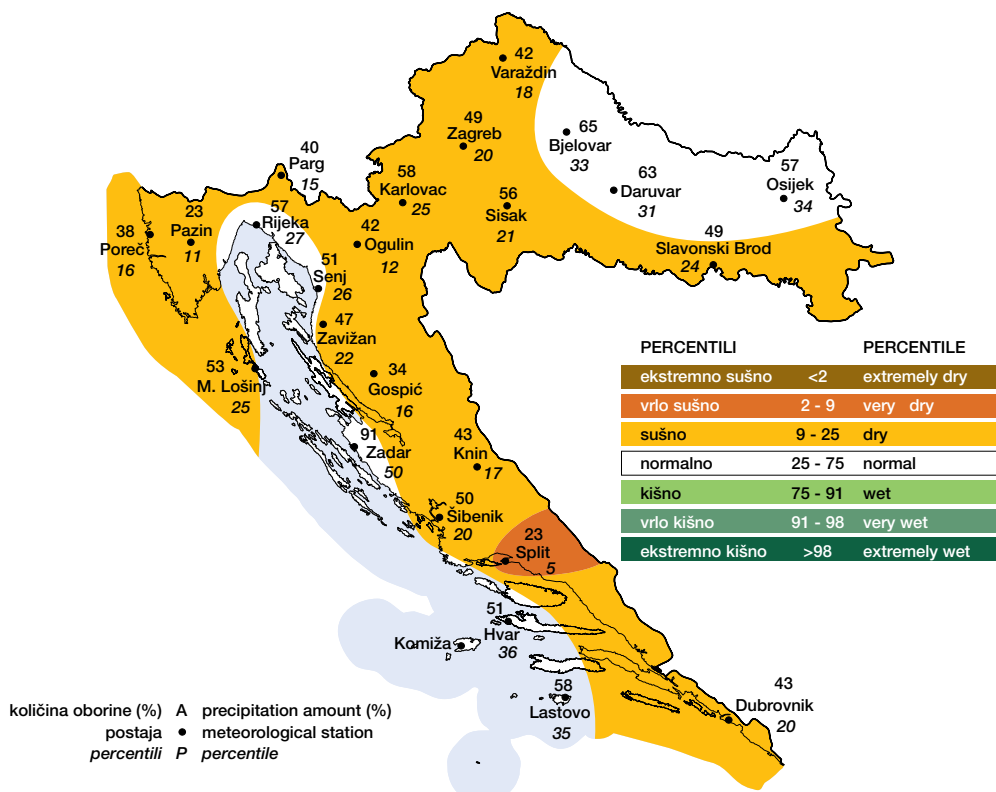
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za LISTOPAD 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in OCTOBER 2019



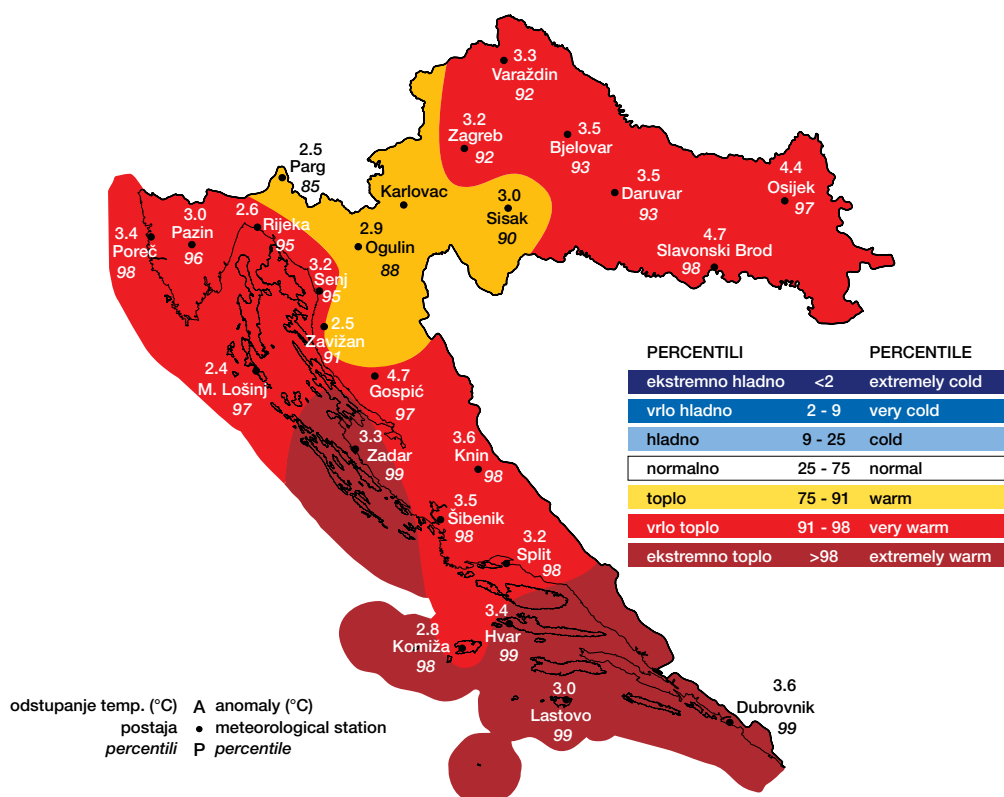
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za LISTOPAD 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in OCTOBER 2019



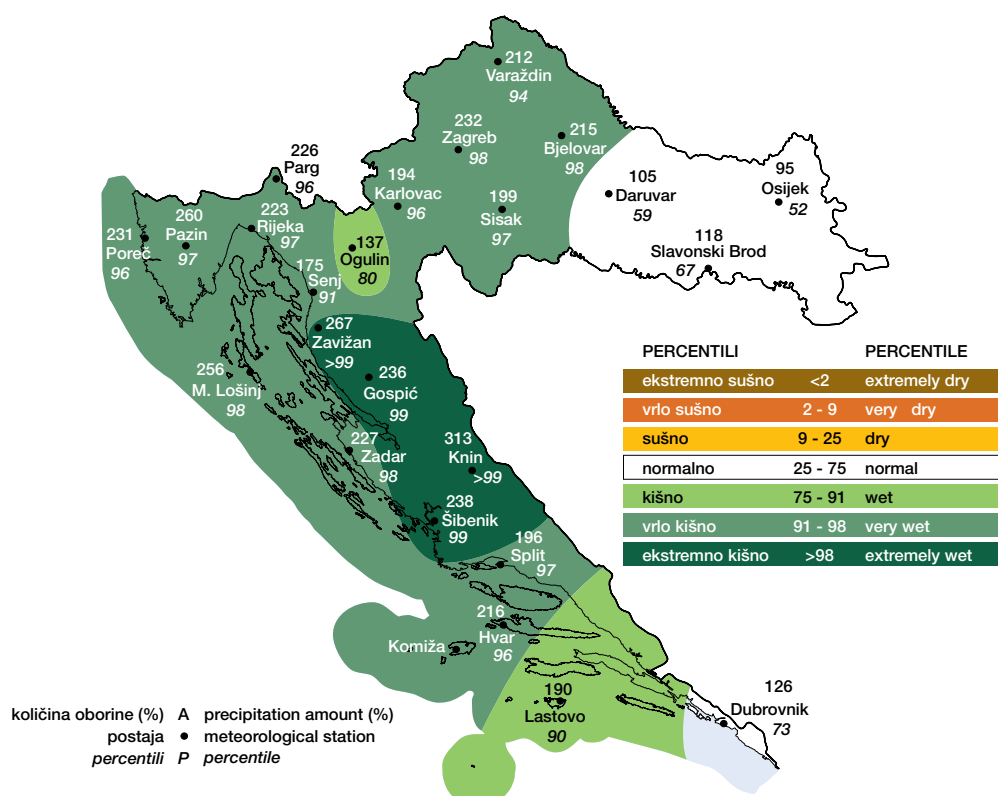
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za STUDENI 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in NOVEMBER 2019



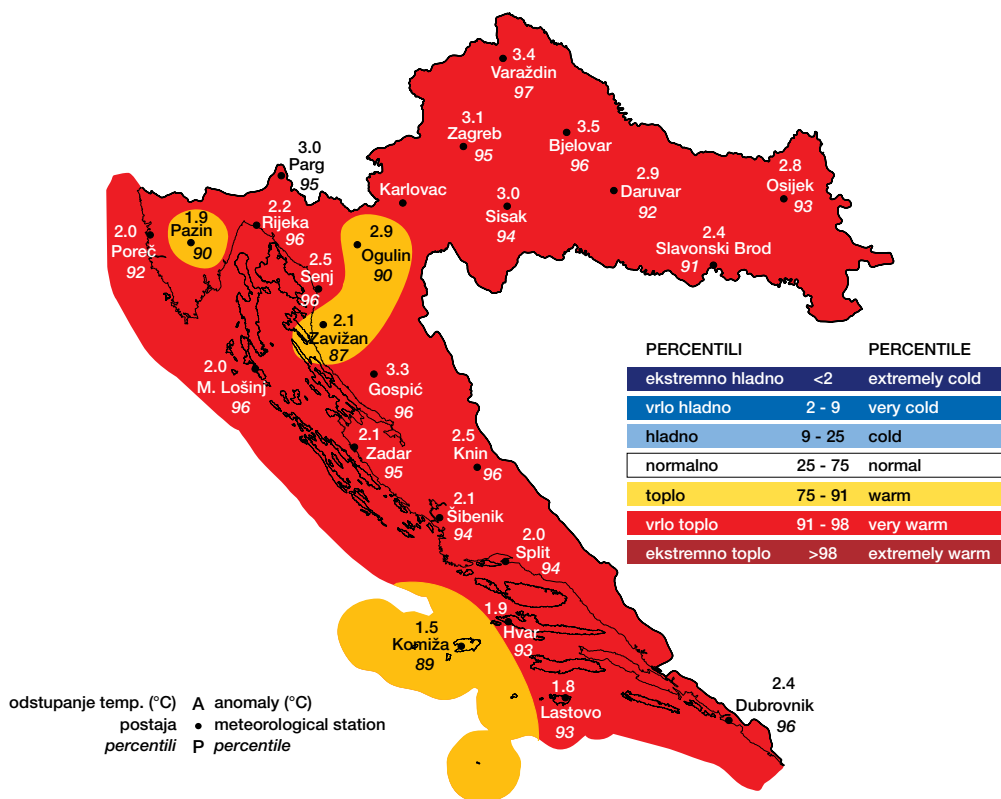
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za STUDENI 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in NOVEMBER 2019



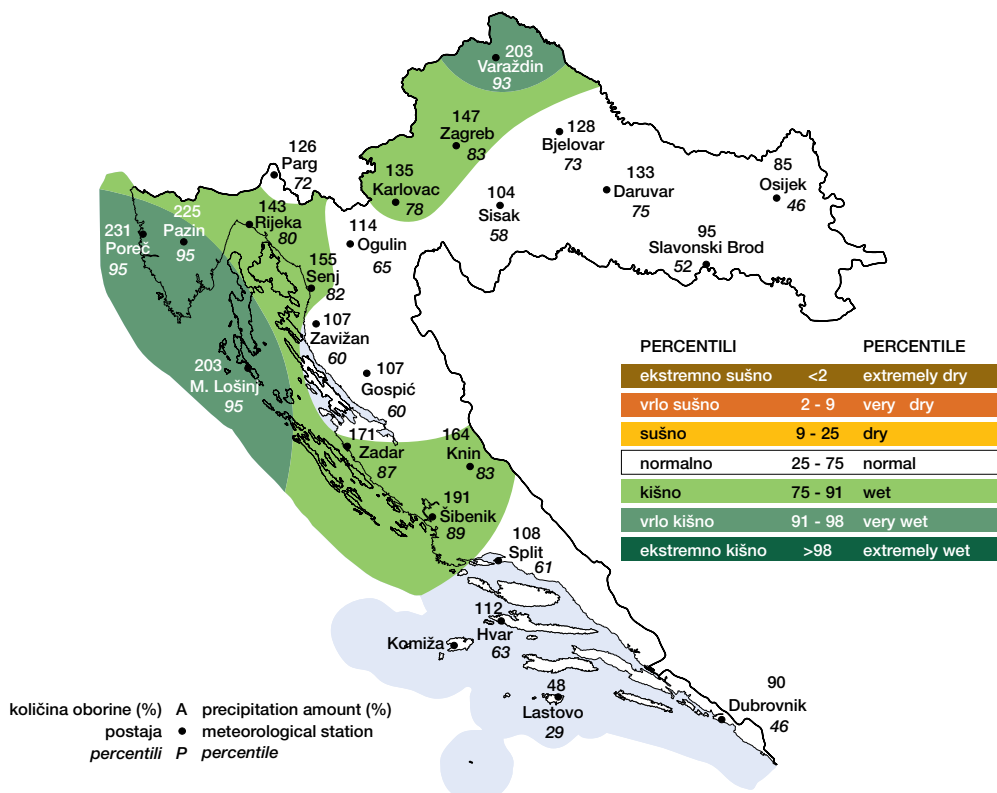
Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za PROSINAC 2019. godine

Monthly air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in DECEMBER 2019



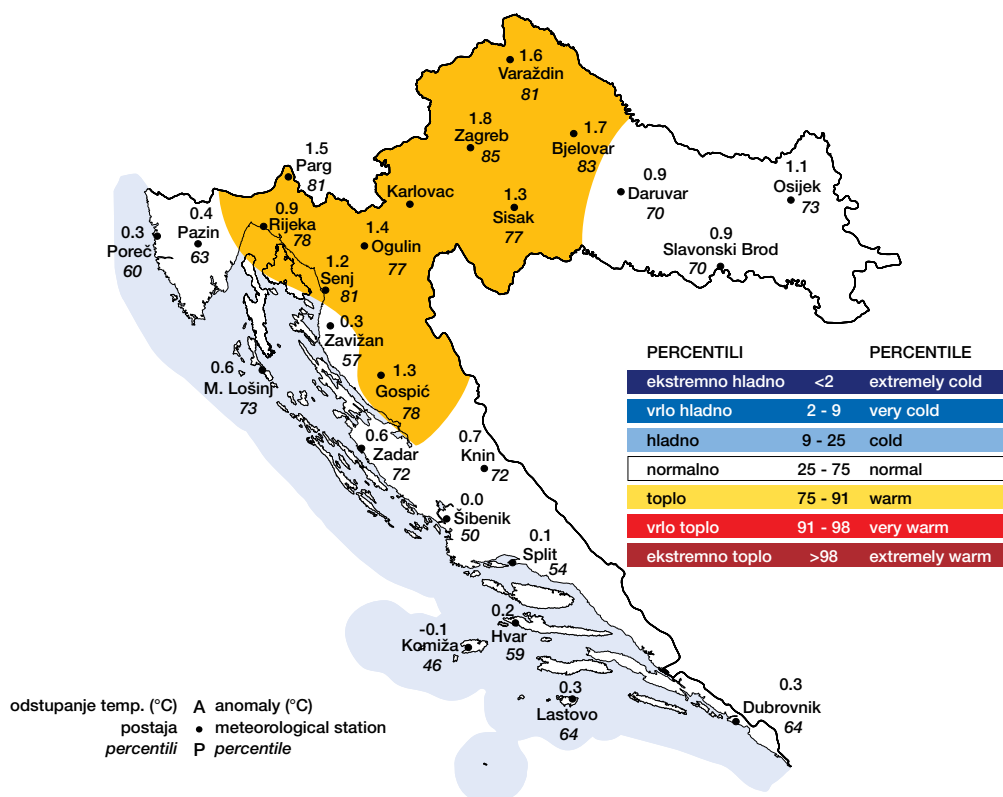
Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za PROSINAC 2019. godine

Monthly precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in DECEMBER 2019



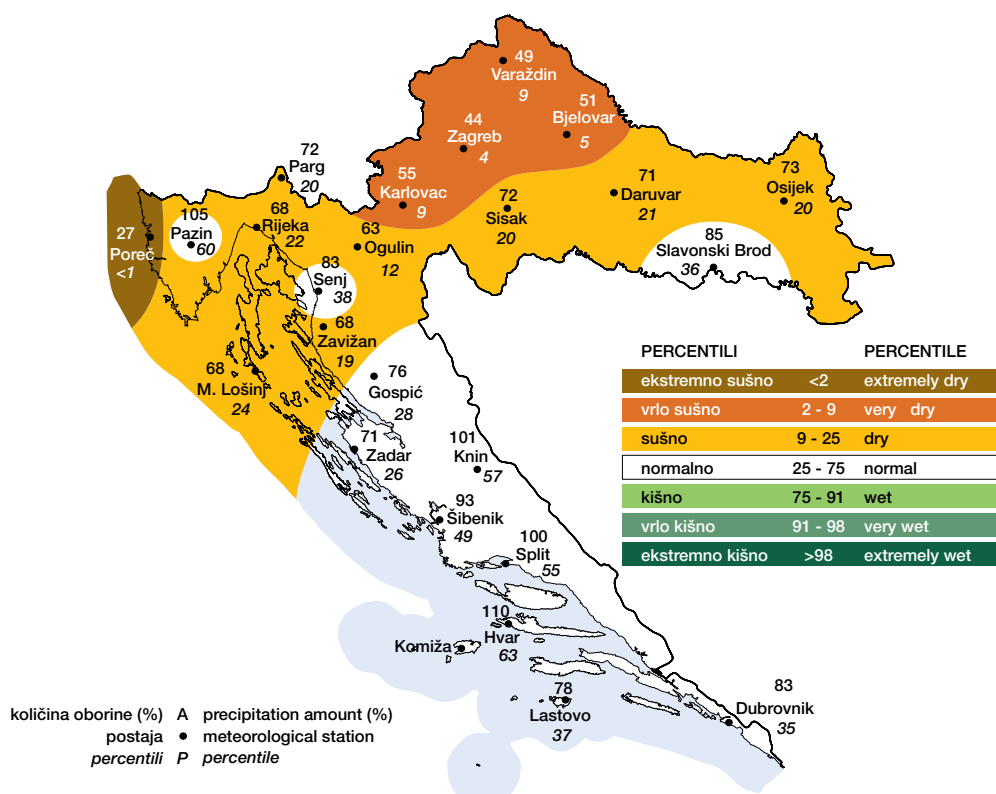
Odstupanje srednje sezone temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za ZIMU 2018/ 2019. godine (prosinac 2018., siječanj i veljača 2019.)

Seasonal air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in the WINTER 2018/2019 (December 2018, January and February 2019)



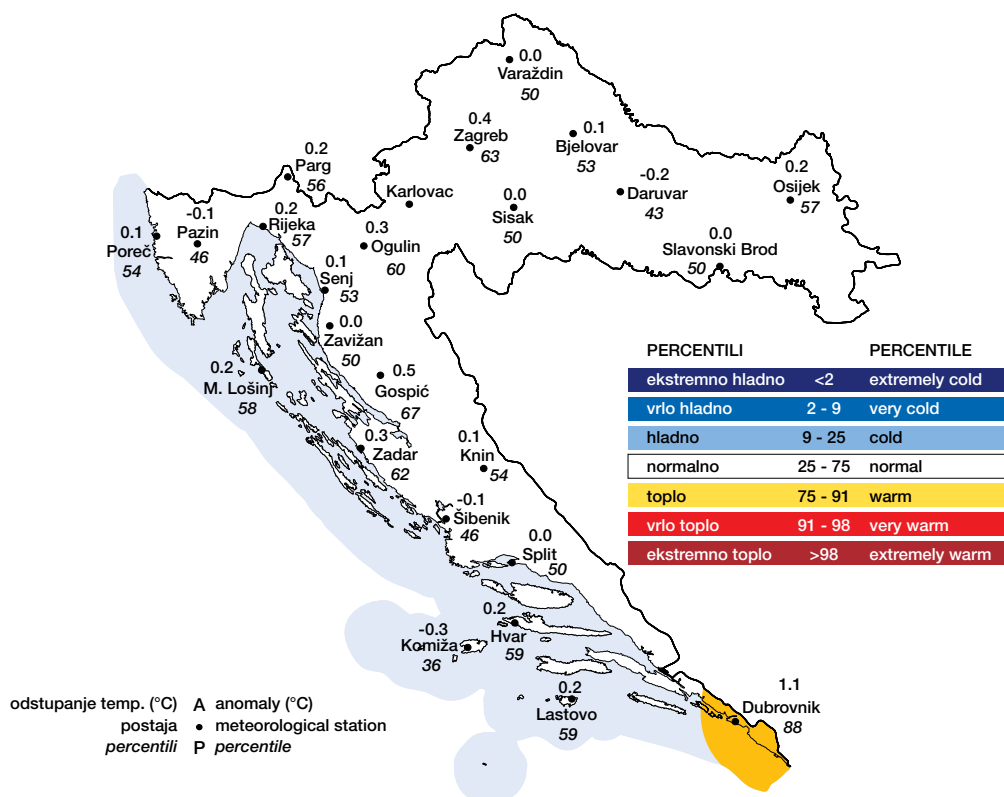
Sezonske količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za ZIMU 2018/ 2019. godine (prosinac 2018., siječanj i veljača 2019.)

Seasonal precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in the WINTER 2018/2019 (December 2018, January and February 2019)



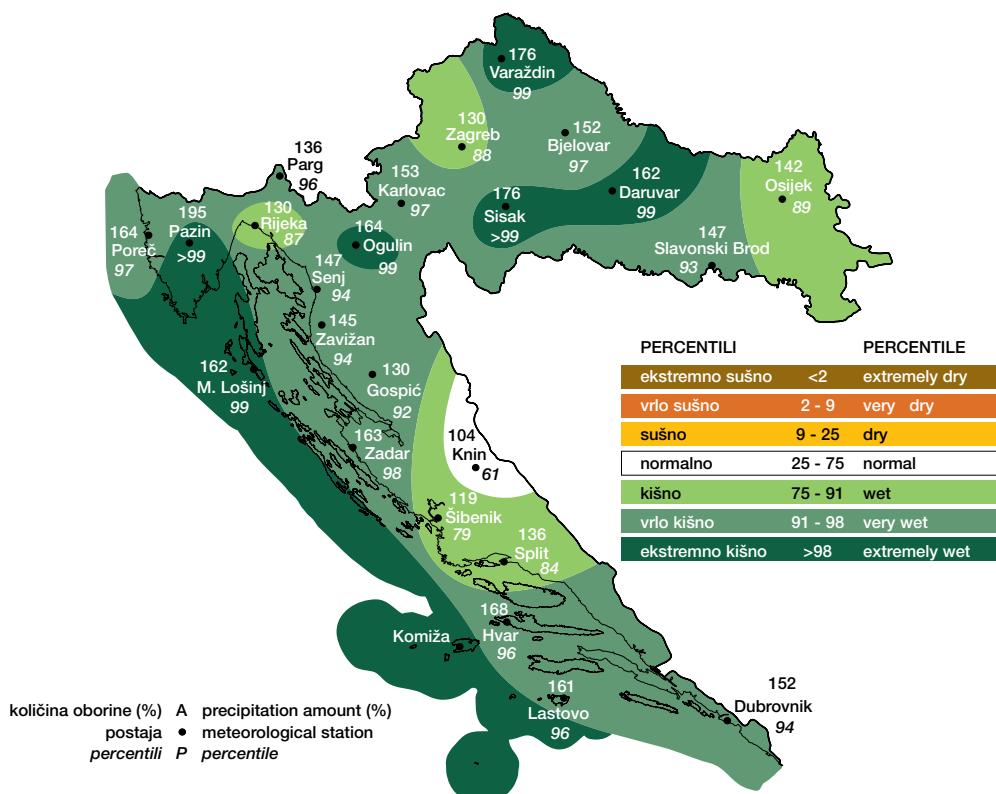
Odstupanje srednje sezone temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za PROLJEĆE 2019. godine (ožujak–svibanj)

Seasonal air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in the **SPRING 2019** (March–May)



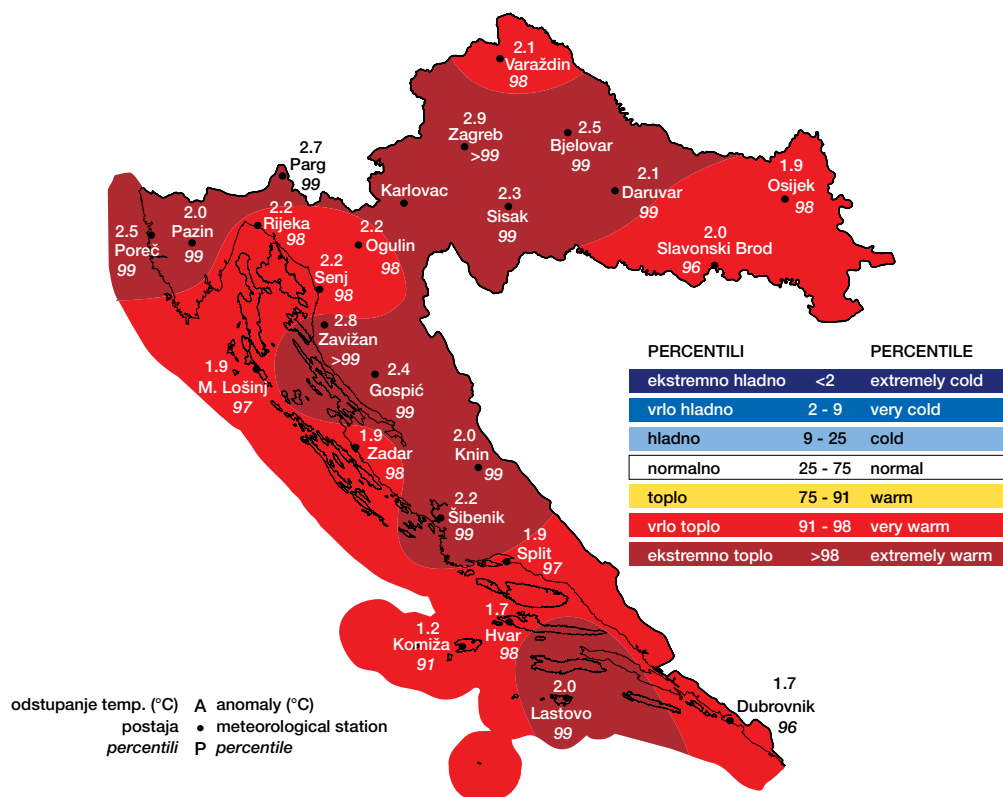
Sezonske količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za PROLJEĆE 2019. godine (ožujak–svibanj)

Seasonal precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in the **SPRING 2019** (March–May)



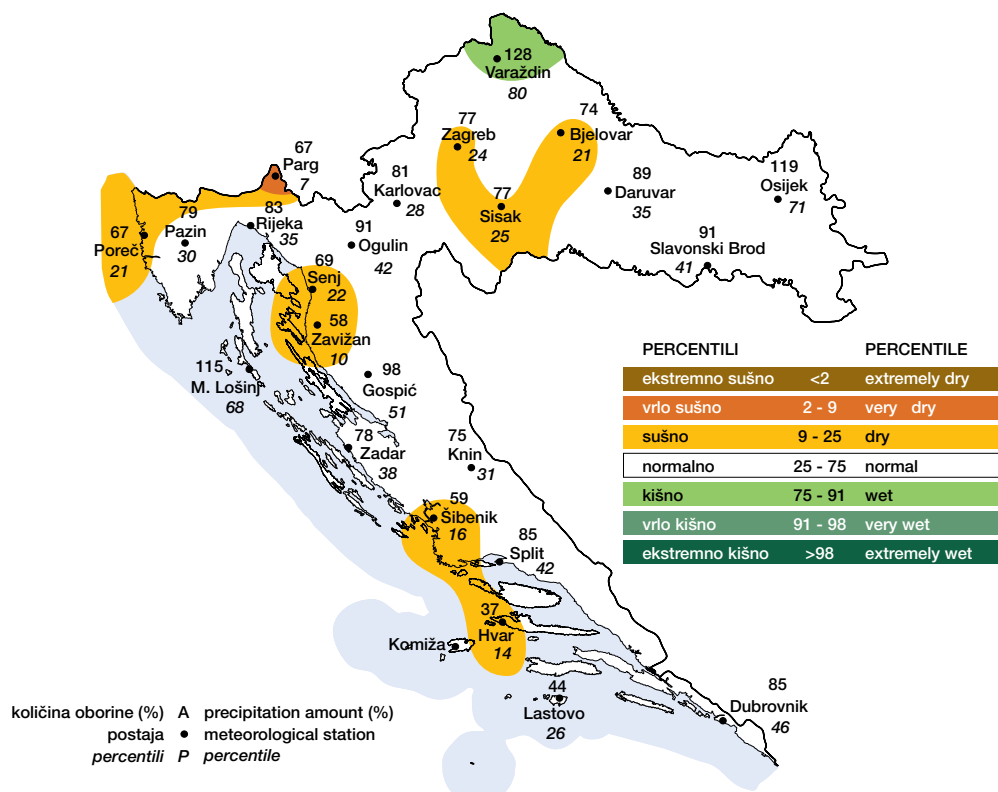
Odstupanje srednje sezone temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za LJETO 2019. godine (lipanj–kolovoz)

Seasonal air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in the **SUMMER 2019** (June–August)



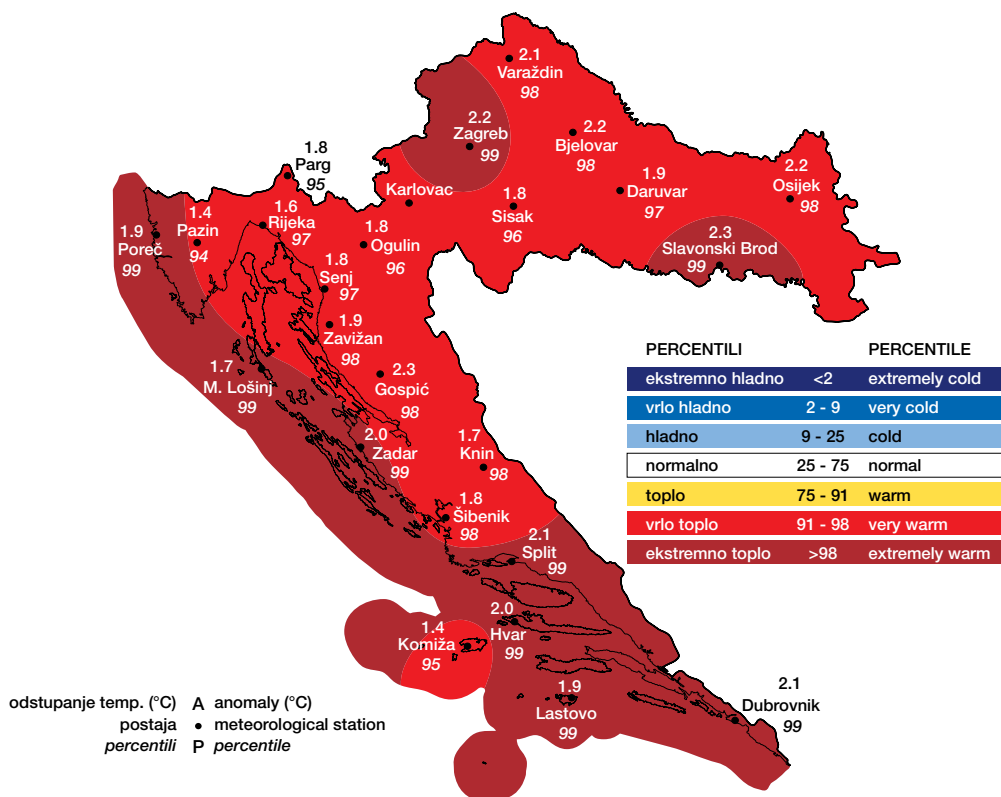
Sezonske količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za LJETO 2019. godine (lipanj–kolovoz)

Seasonal precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in the **SUMMER 2019** (June–August)



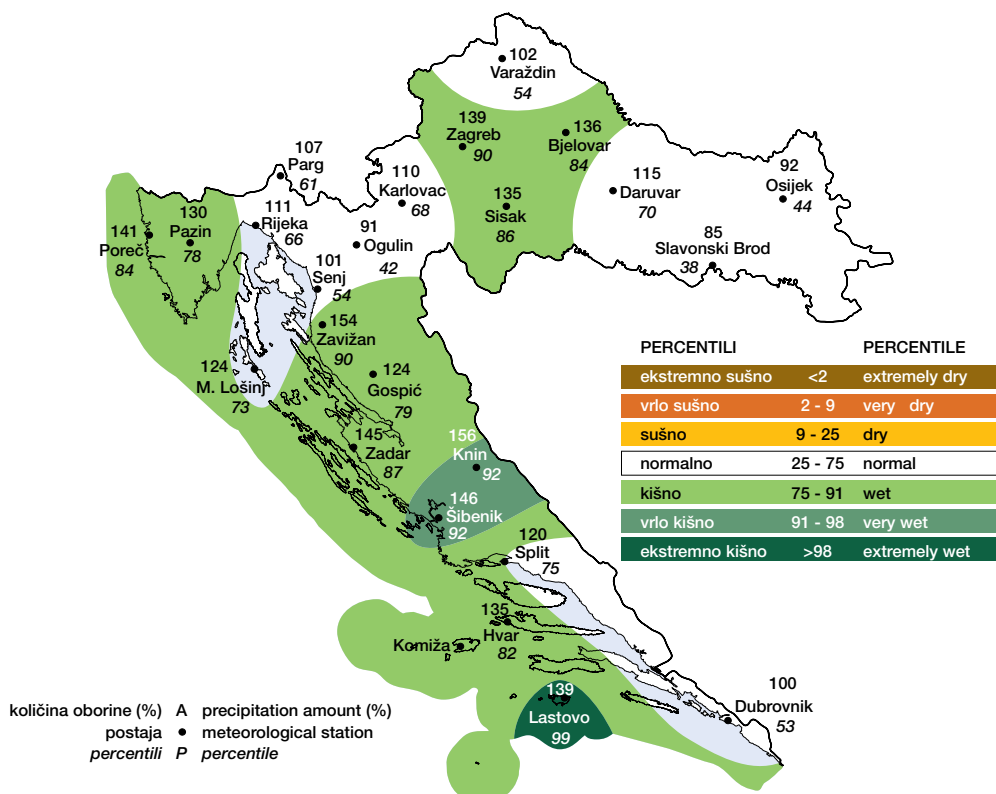
Odstupanje srednje sezone temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za JESEN 2019. godine (rujan—studenj)

Seasonal air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in the **AUTUMN 2019** (September–November)



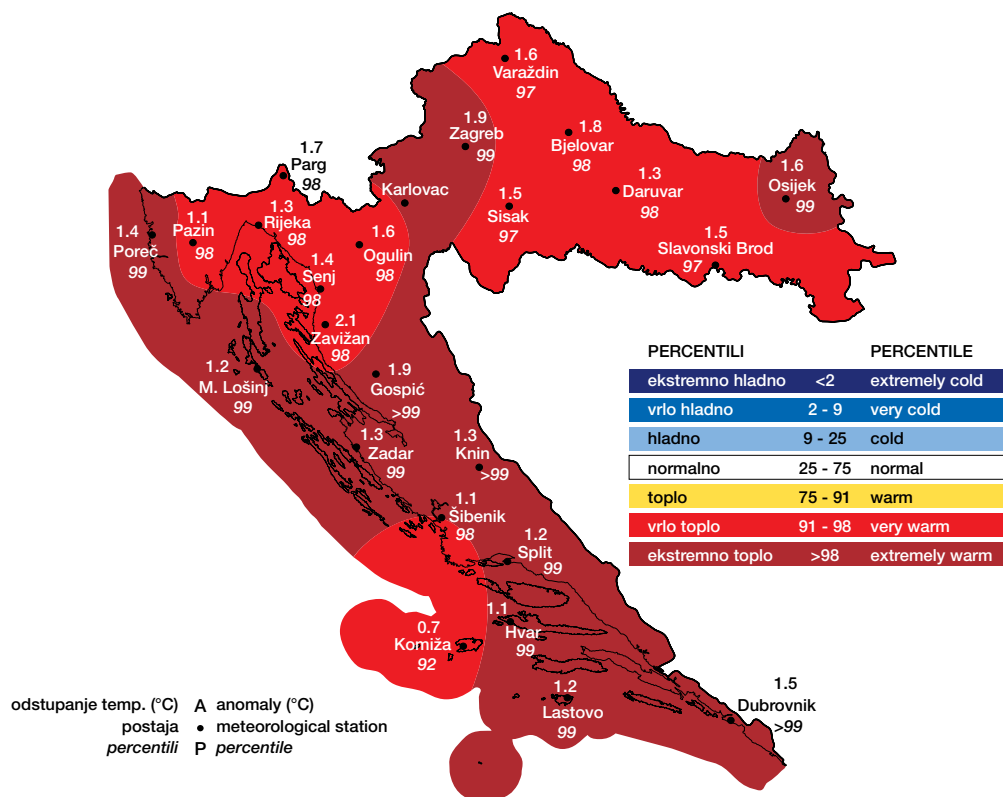
Sezonske količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za JESEN 2019. godine (rujan—studenj)

Seasonal precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in the **AUTUMN 2019** (September–November)



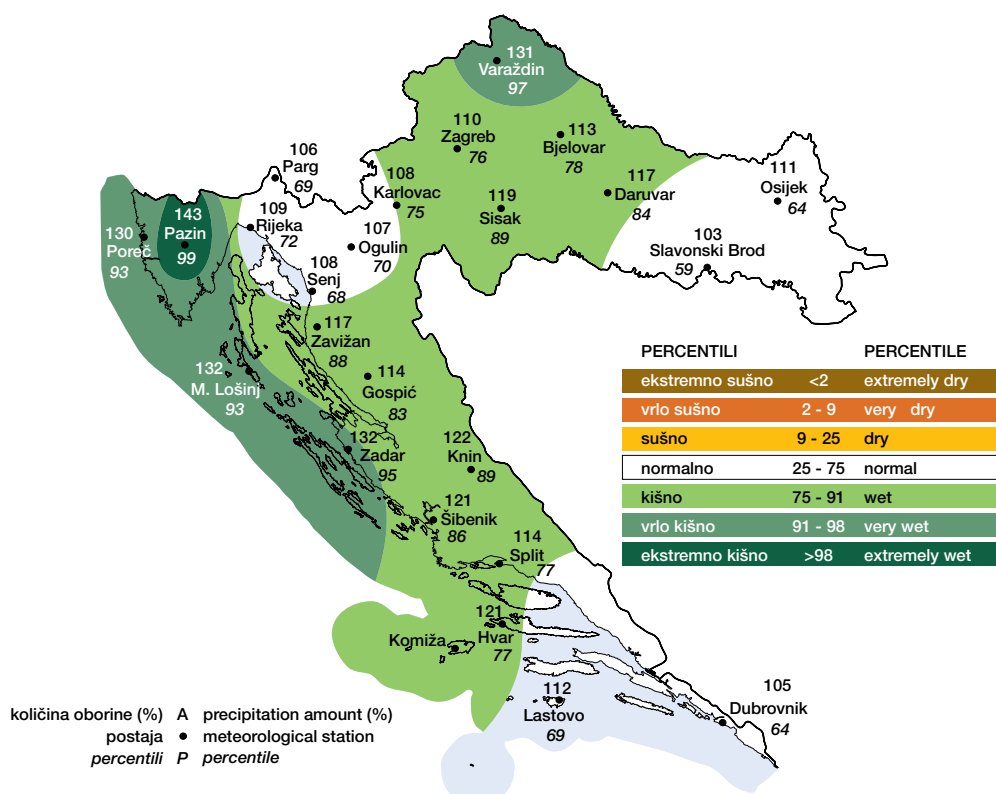
Odstupanje srednje godišnje temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za 2019. GODINU

Annual air temperature anomalies in Croatia, relative to the multiannual average for the period 1981 – 2010, in the YEAR 2019



Godišnje količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1981. – 2010. godina za Hrvatsku za 2019. GODINU

Annual precipitation amounts, in percentages of multiannual average for the period 1981 – 2010, in Croatia in the YEAR 2019



3. OCJENA ANOMALIJA TEMPERATURE ZRAKA I KOLIČINE OBORINE ZA HRVATSKU ZA 2019. GODINU

Analiza je napravljena na temelju kartografskog prikaza anomalija srednje mjesečne temperature zraka i mjesečne količine oborine definiranih u odnosu na višegodišnji prosjek 1981.–2010. godina kao i kartografskih prikaza odgovarajućih sezonskih i godišnjih anomalija za navedene parametre.

3.1 Ocjena toplinskih i oborinskih prilika u Hrvatskoj za 2019. godinu

Kvantitativna ocjena toplinskih i oborinskih prilika na području Hrvatske za 2019. godinu može se dopuniti sažetim opisom prikazanim u tablici 3.1. U tablici 3.1 analiziraju se mjesečna, sezonska i godišnja razdoblja u usporedbi s referentnim razdobljem 1981.–2010. godina. U prvom stupcu tablice su klase odstupanja tempe-

3. ASSESSMENT OF ANOMALIES OF AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION AMOUNTS IN CROATIA IN THE YEAR 2019

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 1981 – 2010, as well as maps of the corresponding seasonal and annual anomalies for the above mentioned meteorological elements.

3.1 Assessment of climate anomalies in Croatia in 2019

The quantitative assessment of temperature and precipitation climate anomalies in Croatia in 2019 is supplemented with the brief description shown in Table 3.1. Monthly, seasonal and annual periods relative to the WMO reference period 1981 – 2010 are analyzed in Table 3.1.

Tablica 3.1 Klase odstupanja srednjih mjesečnih temperatura zraka od višegodišnjeg prosjeka (1981. – 2010.) i mjesečne količine oborine izražene u postotcima višegodišnjeg prosjeka (1981. – 2010.) za 2019. godinu, kao i ocjena toplinskih i oborinskih prilika za godišnja doba 2019. i za čitavu godinu

Table 3.1 Average monthly air temperature anomaly categories relative to the multiannual average 1981 – 2010 in 2019, and the assessment of anomalies of air temperature and precipitation amounts in all seasons of 2019, as well as entire 2019

Mjesec SIJEČANJ 2019. Month JANUARY 2019				
	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	40	
	normalno	normal	60	na podjednakom broju analiziranih postaja iznad odnosno ispod prosjeka at roughly equal number of analyzed stations above or below the 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	15	
	normalno	normal	65	na većem broju analiziranih postaja ispod prosjeka at greater number of analyzed stations below the average
	kišno	wet	20	
	vrlo kišno	very wet	0	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	

Mjesec VELJAČA 2019. Month FEBRUARY 2019				
	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	95	
	vrlo toplo	very warm	5	
	ekstremno toplo	extremely warm	0	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	0	
	vrlo sušno	very dry	10	
	sušno	dry	40	
	normalno	normal	45	većinom ispod prosjeka mainly below the average
	kišno	wet	5	
	vrlo kišno	very wet	0	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	
Mjesec OŽUJAK 2019. Month MARCH 2019				
	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	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	0	
	vrlo sušno	very dry	20	
	sušno	dry	30	
	normalno	normal	50	većinom ispod prosjeka mainly below the average
	kišno	wet	0	
	vrlo kišno	very wet	0	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	

Mjesec TRAVANJ 2019. Month APRIL 2019				
	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	50	iznad prosjeka above the average
	toplo	warm	45	
	vrlo toplo	very warm	5	
	ekstremno toplo	extremely warm	0	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	0	
	vrlo sušno	very dry	0	
	sušno	dry	0	
	normalno	normal	20	većinom ispod prosjeka mainly below the average
	kišno	wet	65	
	vrlo kišno	very wet	15	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	
Mjesec SVIBANJ 2019. Month MAY 2019				
	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	15	
	vrlo hladno	very cold	85	
	hladno	cold	0	
	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	0	
	normalno	normal	0	
	kišno	wet	15	
	vrlo kišno	very wet	45	
	ekstremno kišno	extremely wet	40	

Mjesec LIPANJ 2019. Month JUNE 2019				
	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	45	
	ekstremno toplo	extremely warm	55	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	15	
	vrlo sušno	very dry	25	
	sušno	dry	20	
	normalno	normal	35	na podjednakom broju analiziranih postaja iznad odnosno ispod prosjeka at roughly equal number of analyzed stations above or below the average
	kišno	wet	5	
	vrlo kišno	very wet	0	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	
Mjesec SRPANJ 2019. Month JULY 2019				
	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	38	iznad prosjeka above the average
	toplo	warm	55	
	vrlo toplo	very warm	7	
	ekstremno toplo	extremely warm	0	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	0	
	vrlo sušno	very dry	0	
	sušno	dry	0	
	normalno	normal	55	većinom iznad prosjeka mainly above the average
	kišno	wet	10	
	vrlo kišno	very wet	25	
	ekstremno kišno	extremely wet	10	

Mjesec KOLOVOZ 2019. Month AUGUST 2019				
	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	35	
	vrlo toplo	very warm	65	
	ekstremno toplo	extremely warm	0	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	0	
	vrlo sušno	very dry	5	
	sušno	dry	25	
	normalno	normal	70	većinom ispod prosjeka mainly below the average
	kišno	wet	0	
	vrlo kišno	very wet	0	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	

Mjesec RUJAN 2019. Month SEPTEMBER 2019				
	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	55	iznad prosjeka above the average
	toplo	warm	45	
	vrlo toplo	very warm	0	
	ekstremno toplo	extremely warm	0	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	0	
	vrlo sušno	very dry	0	
	sušno	dry	5	
	normalno	normal	75	na većem broju analiziranih postaja ispod prosjeka at greater number of analyzed stations below the average
	kišno	wet	20	
	vrlo kišno	very wet	0	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	

Mjesec LISTOPAD 2019. Month OCTOBER 2019				
	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	15	iznad prosjeka above the average
	toplo	warm	50	
	vrlo toplo	very warm	35	
	ekstremno toplo	extremely warm	0	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	0	
	vrlo sušno	very dry	5	
	sušno	dry	65	
	normalno	normal	30	ispod prosjeka below the average
	kišno	wet	0	
	vrlo kišno	very wet	0	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	

Mjesec STUDENI 2019. Month NOVEMBER 2019				
	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	0	
	sušno	dry	0	
	normalno	normal	25	većinom iznad prosjeka mainly above the average
	kišno	wet	12	
	vrlo kišno	very wet	45	
	ekstremno kišno	extremely wet	18	

Mjesec PROSINAC 2019. Month DECEMBER 2019				
	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	0	
	vrlo sušno	very dry	0	
	sušno	dry	0	
	normalno	normal	50	većinom iznad prosjeka mainly above the average
	kišno	wet	30	
	vrlo kišno	very wet	20	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	

Godišnje doba ZIMA 2018/2019. (XII 2018., I i II 2019.) Season WINTER 2018/2019 (XII 2018, I and II 2019)				
	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	55	većinom iznad prosjeka mainly above the average
	toplo	warm	45	
	vrlo toplo	very warm	0	
	ekstremno toplo	extremely warm	0	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	5	
	vrlo sušno	very dry	20	
	sušno	dry	40	
	normalno	normal	35	većinom ispod prosjeka mainly below the average
	kišno	wet	0	
	vrlo kišno	very wet	0	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	

Godišnje doba PROLJEĆE 2019. (III–V) Season SPRING 2019 (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	95	većinom iznad prosjeka mainly above the average
	toplo	warm	5	
	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	5	iznad prosjeka above the average
	kišno	wet	20	
	vrlo kišno	very wet	45	
	ekstremno kišno	extremely wet	30	

Godišnje doba LJETO 2019. (VI–VIII) Season SUMMER 2019 (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	50	
	ekstremno toplo	extremely warm	50	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	0	
	vrlo sušno	very dry	2	
	sušno	dry	20	
	normalno	normal	73	većinom ispod prosjeka mainly below the average
	kišno	wet	5	
	vrlo kišno	very wet	0	
	ekstremno kišno	extremely wet	0	

Godišnje doba JESEN 2019. (IX–XI) Season AUTUMN 2019 (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	0	
	toplo	warm	0	
	vrlo toplo	very warm	55	
	ekstremno toplo	extremely warm	45	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	0	
	vrlo sušno	very dry	0	
	sušno	dry	0	
	normalno	normal	40	većinom iznad prosjeka mainly above the average
	kišno	wet	48	
	vrlo kišno	very wet	8	
	ekstremno kišno	extremely wet	4	

Razdoblje GODINA 2019. Period YEAR 2019				
	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	50	
	ekstremno toplo	extremely warm	50	
oborina precipitation	ekstremno sušno	extremely dry	0	
	vrlo sušno	very dry	0	
	sušno	dry	0	
	normalno	normal	35	iznad prosjeka above the average
	kišno	wet	45	
	vrlo kišno	very wet	17	
	ekstremno kišno	extremely wet	3	

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.

Prema podacima navedenim u tablici 3.1 godina 2019. je bila ekstremno topla na 50% teritorija Republike Hrvatske dok je preostalih 50% teritorija svrstano u kategoriju vrlo toplo. Istovremeno je prevladavalo ekstremno kišno vrijeme na 3%, vrlo kišno na 17% i kišno na 45% teritorija, dok je preostalih 35% svrstano u kategoriju normalno.

3.2 Ekstremna klimatska razdoblja u 2019. 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 ljude i gospodarstvo (tablica 3.2). Izdvajanje takvih razdoblja na različitim vremenskim ljestvicama (od mjesečne do godišnje) izvršna je dodatna podloga za analizu njihova utjecaja

The first column of Table 3.1 contains categories of the air temperature anomalies in reference to the WMO standard multiannual average (1981 – 2010) 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 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, the year 2019 was extremely warm on 50% of the territory of Republic of Croatia, while the remaining 50% is classified as very warm. At the same time, wet weather was prevalent in 45%, very wet in 17%, and extremely wet in 3% of the territory. The weather in remaining 35% of the territory was in the normal category.

3.2 Extreme climate periods in 2019

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

Tablica 3.2. Popis ekstremnih klimatskih razdoblja na području Hrvatske u 2019. godini

Table 3.2 The list of extreme climate periods in Croatia in 2019

Mjesečna razdoblja <i>Monthly periods</i>		
ekstremno hladno <i>extremely cold</i>	svibanj <i>May</i>	šire područje Daruvara i Knina te dio južnog Jadrana <i>wider areas of the towns of Daruvar and Knin and part of the Southern Adriatic</i>
ekstremno toplo <i>extremely warm</i>	lipanj <i>June</i>	dio sjevernog i srednjeg Jadrana, sjeverna, središnja i dio istočne Hrvatske <i>part of the Northern and Middle Adriatic, Northern, Central and part of Eastern Croatia</i>
	studeni <i>November</i>	područje južnog Jadrana i dio srednjeg Jadrana <i>the area of the Southern Adriatic and part of the Middle Adriatic</i>
ekstremno sušno <i>extremely dry</i>	lipanj <i>June</i>	šire područje Poreča, Rijeke, Zavižana i Knina <i>the wider areas of the towns of Poreč, Rijeka, Zavižan and Knin</i>
ekstremno kišno <i>extremely wet</i>	svibanj <i>May</i>	dio sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana, šire područje Karlovca, Ogulina i Daruvara te dio sjeverne i središnje Hrvatske <i>part of the Northern, Middle and Southern Adriatic, the wider areas of the towns of Karlovac, Ogulin and Daruvar and part of Northern and Central Croatia</i>
	srpanj <i>July</i>	dio sjevernog Jadrana <i>part of the Northern Adriatic</i>
	studeni <i>November</i>	područje Like i dio zaleđa srednjeg Jadrana <i>the area of Lika and part of the hinterland 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>	ljeto <i>Summer</i>	središnja Hrvatska, regija Lika, dio sjevernog i južnog Jadrana te dio zaleđa srednjeg Jadrana <i>Central Croatia, Lika region, part of the Northern and Southern Adriatic and part of the hinterland of the Middle Adriatic</i>
	jesen <i>Autumn</i>	šire područje Zagreba i Slavonskog Broda te sjeverni, dio srednjeg i južni Jadran <i>the wider areas of Zagreb and Slavonski Brod and the Northern, part of the Middle and Southern Adriatic</i>
ekstremno sušno <i>extremely dry</i>	zima 2018./2019. <i>Winter 2018/2019</i>	šire područje Poreča <i>the wider area of the town of Poreč</i>
ekstremno kišno <i>extremely wet</i>	proljeće <i>Spring</i>	dio sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana, šire područje Ogulina, Siska, Daruvara i Varaždina <i>part of the Northern, Middle and Southern Adriatic and the wider areas of towns of Ogulin, Sisak, Daruvar and Varaždin</i>
	jesen <i>Autumn</i>	dio južnog Jadrana <i>part of the Southern Adriatic</i>

Godina 2019. Period YEAR 2019	
ekstremno hladno <i>extremely cold</i>	niti jedno područje <i>no areas in this category</i>
ekstremno toplo <i>extremely warm</i>	šire područje Osijeka, dio središnje Hrvatske te dio sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana <i>the wider Osijek area, part of Central Croatia and part of the Northern, Middle and Southern Adriatic</i>
ekstremno sušno <i>extremely dry</i>	niti jedno područje <i>no areas in this category</i>
ekstremno kišno <i>extremely wet</i>	šire područje Pazina <i>the wider area of the town of Pazin</i>

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

sm, transport, etc.) and sometimes, unfortunately, the loss of human lives.

3.3 Dodatna analiza klimatskih anomalija u 2019. godini

Prikazana analiza klimatskih anomalija daje općenitu ocjenu klime u Hrvatskoj za 2019. godinu. Detaljniji uvid od prikazanog može dati analiza vremenskih pojava na vremenskoj ljestvici koja nije unaprijed definirana,

3.3. Additional analysis of climate anomalies in Croatia in 2019

The presented analysis of climate anomalies provides a general assessment of climate anomalies in Croatia for the year 2019. An analysis of weather events on a scale that is not pre-defined, but dependent on the duration of clima-

nego koja ovisi o duljini trajanja klimatskog odnosno vremenskog događaja.

Na slici 3.1 su prikazane anomalije srednje dnevne temperature zraka za Zagreb-Grič u odnosu na referentno klimatsko razdoblje 1981.–2010. godina. Kao što je vidljivo sa slike prevladavale su pozitivne anomalije kada se gleda godina kao cjelina osobito u lipnju. Relativno najhladniji valovi bili su u svibnju.

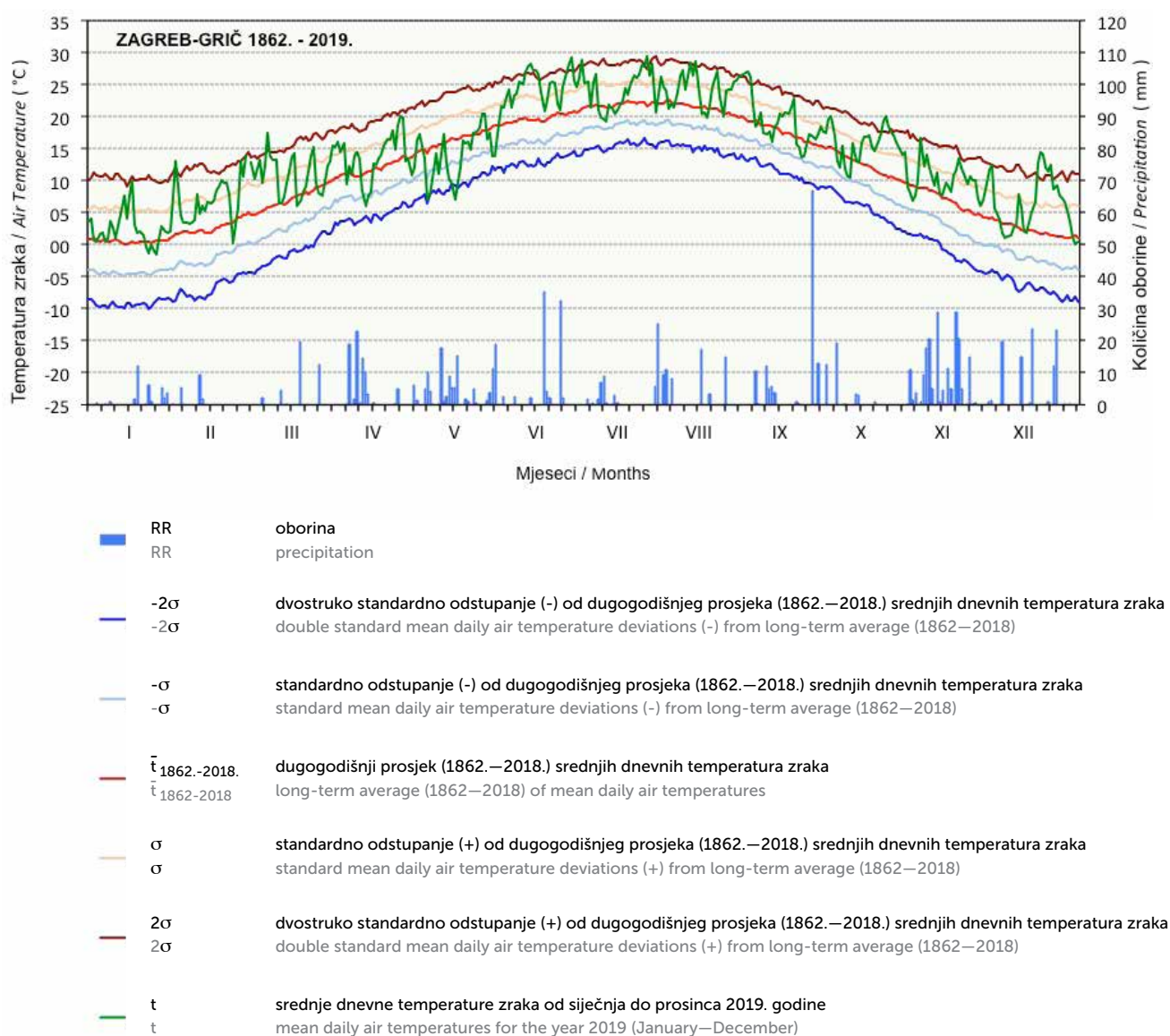
Na slici 3.2 prikazane su anomalije srednje dnevne temperature zraka za Split-Marjan u odnosu na referentno klimatsko razdoblje 1981.–2010. godina. Slično kao za Zagreb-Grič, prevladavale su pozitivne anomalije kada se gleda godina kao cjelina. Relativno najtopliji valovi bili su u lipnju. Izraženiji hladni valovi bili su u svibnju.

te or weather events, can provide a more detailed insight than the above analysis.

Figure 3.1 shows mean daily air temperature anomalies for Zagreb-Grič with respect to the 1981–2010 reference period. It is obvious that positive anomalies prevailed especially in June. Relatively the most pronounced cold waves occurred during May.

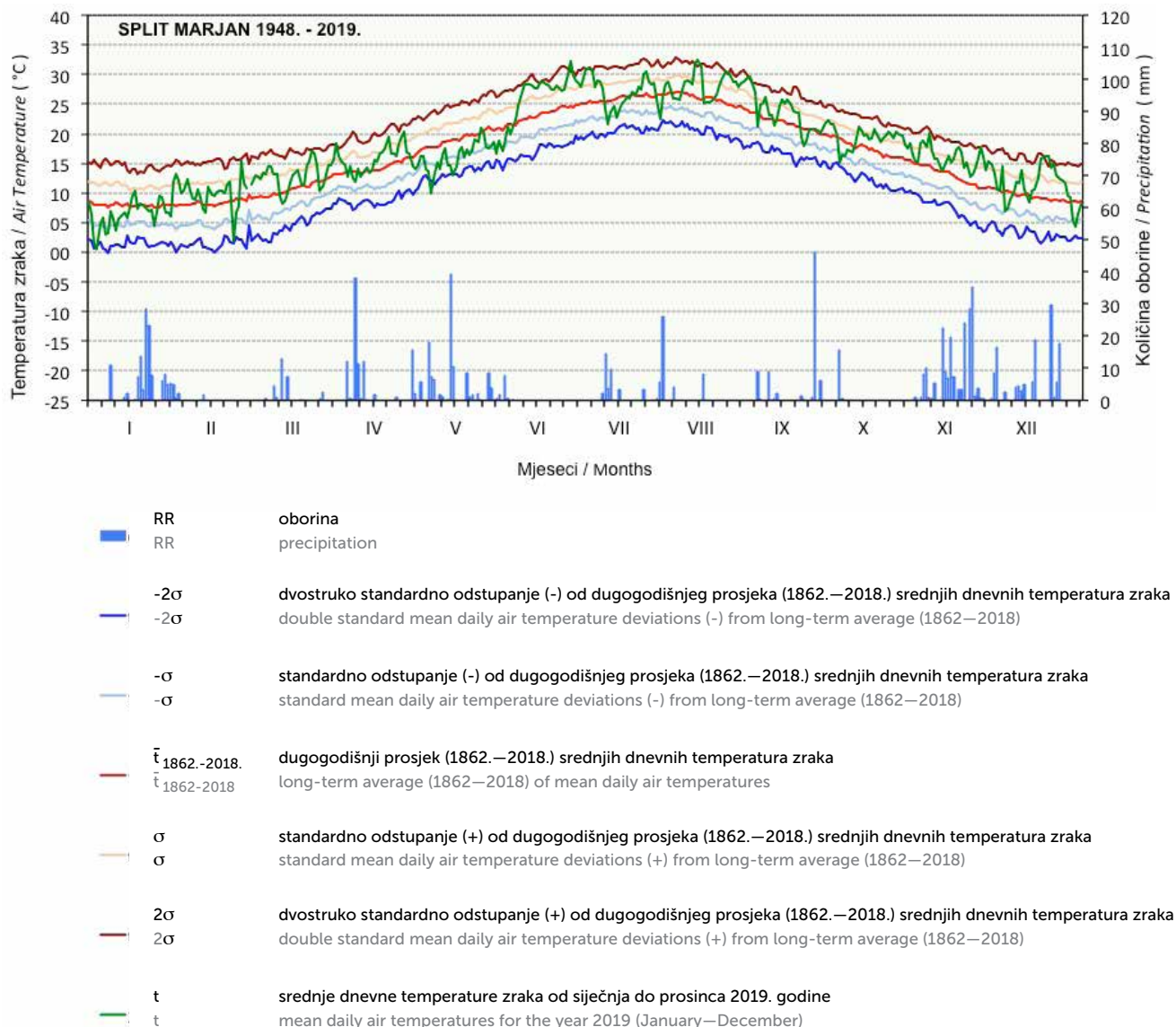
Figure 3.2 shows mean daily air temperature anomalies for Split-Marjan with respect to the 1981–2010 reference period. Similarly to the previous case for Zagreb-Grič positive anomalies prevailed during the year 2019. Relatively the most intensive heat waves occurred in June. The more pronounced cold waves occurred during May.

The secular average annual air temperature trend for Zagreb-Grič is shown in Figure 3.3. The positive trend



Slika 3.1 Srednje dnevne temperature zraka za Zagreb-Grič za 2019. godinu u odnosu na dugogodišnji prosjek 1862. – 2018. godina i dnevne količine oborine za 2019. godinu

Figure 3.1 Mean daily air temperatures at Zagreb-Grič in 2019 relative to the long-term average 1862–2018, and daily precipitation amounts in the year 2019



Slika 3.2 Srednje dnevne temperature zraka za Split-Marjan za 2019. godinu u odnosu na dugogodišnji prosjek 1948. – 2018. godina i dnevne količine oborine za 2019. godinu

Figure 3.2 Mean daily air temperatures at Split–Marjan in 2019 relative to the long-term average 1948–2018, and daily precipitation amounts in the year 2019

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 $1.1^{\circ}\text{C}/100$ god uz odgovarajuće međugodišnje varijacije.

Za razliku od rastućeg trenda srednje godišnje temperature zraka uočava se slabo izražen negativan trend godišnjih količina oborine prikazan na slici 3.4. I u ovom slučaju prisutne su znatne međugodišnje varijacije.

3.3.1 Analiza klimatskih anomalija na području Hrvatske za 2019. godinu

Srednja godišnja temperatura zraka za 2019. godinu na području Hrvatske bila je iznad višegodišnjeg prosjeka (1981. – 2010.). Anomalije srednje godišnje tempe-

in average annual air temperature of $1.1^{\circ}\text{C}/100$ 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. Certain inter-annual variations of precipitation amounts exist in this case as well.

3.3.1 Analysis of climate anomalies in Croatia in 2019

The average annual air temperature in Croatia in 2019 was above the multi-annual average (1981 – 2010). Average annual air temperature anomalies were within the range from 0.7°C (Komiža) to 1.9°C (Gospić and Zagreb-Grič).

According to percentile ranks and classification ratings, thermal conditions in Croatia in 2019 have been descri-

perature zraka nalaze se u rasponu od 0.7°C (Komiža) do 1.9°C (Gospić i Zagreb-Grič).

Kategorizacija zasnovana na razdiobi percentila pokazuje da su šire područje Osijeka, dio središnje Hrvatske te dio sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana nalaze u kategoriji **ekstremno toplo** dok je preostali dio Hrvatske svrstan je u kategoriju **vrlo toplo**.

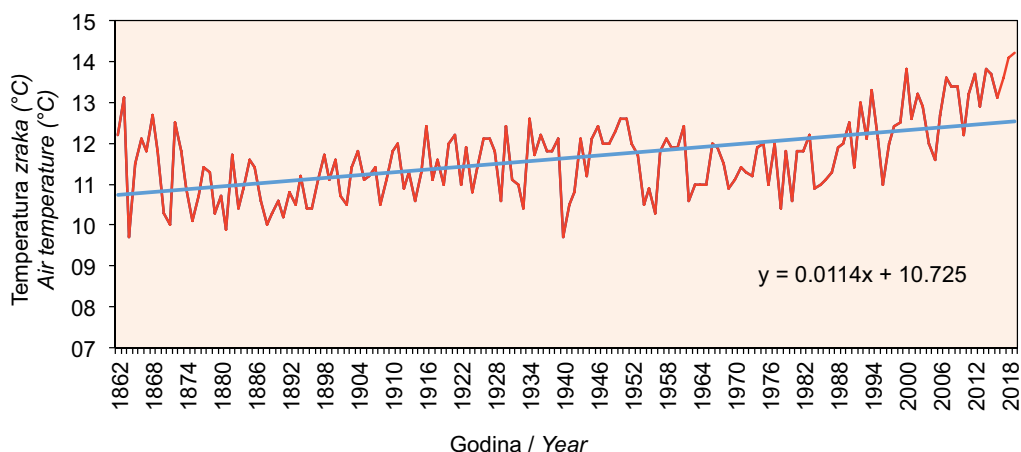
Analiza godišnjih količina oborine koje su izražene u postotcima (%) višegodišnjeg prosjeka (1981. – 2010.) pokazuje da je u 2019. godini u Hrvatskoj na svim analiziranim postajama količina oborine bila iznad prosjeka. Usporedba s navedenim višegodišnjim prosjekom pokazuje da se količine oborine za 2019. godinu nalaze u rasponu od 103% (Slavonski Brod) do 143% (Pazin) spomenutog prosjeka. Šire područje Pazina nalazi se u kategoriji **ekstremno kišno** dok se šire područje Varaždina te dio sjevernog i srednjeg Jadrana nalaze u kategoriji **vrlo kišno**. Istočna Hrvatska, dio središnje Hrvatske, južni Jadran i dio sjevernog Jadrana nalaze se u kategoriji **normalno**. Preostali dio Hrvatske nalazi se u kategoriji **kišno**.

Za postaju Zagreb-Grič srednja godišnja temperatura zraka za 2019. iznosi 14.2°C. zbog čega je 2019.

bed by following categories: **extremely warm** (wider area of the town of Osijek, part of Central Croatia as well as part of the Northern, Middle and Southern Adriatic) and **very warm** (the rest of Croatia).

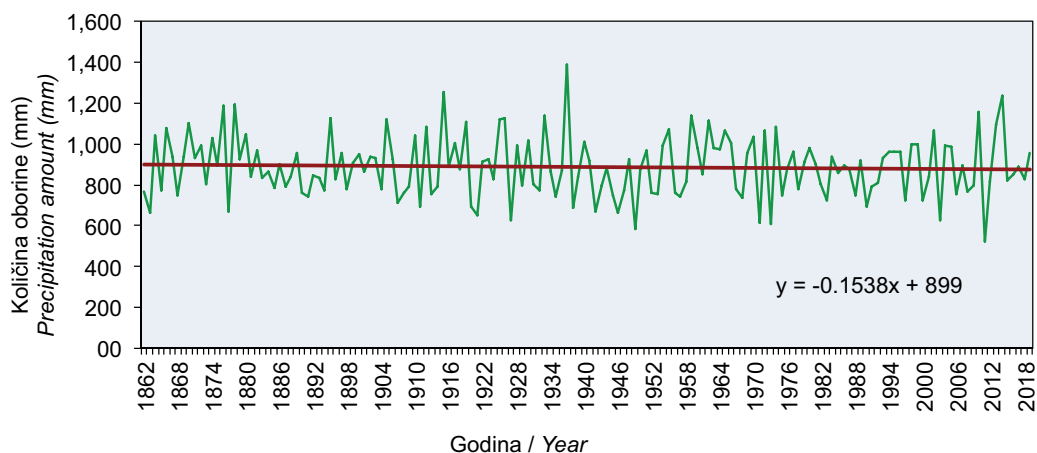
An analysis of annual precipitation amounts in 2019 expressed as percentages (%) of the 1981 – 2010 average indicates that precipitation amounts in Croatia at the all analyzed stations were above the average. A comparison with the multi-annual average reveals that the precipitation amounts in 2019 were within the range of 103%-143% of the above mentioned average. The wider area of the town of Pazin fall into the **extremely wet** category while the wider area of the town of Varaždin and part of the Northern and Middle Adriatic fall into the **very wet** category. Eastern Croatia, part of Central Croatia as well as the Southern Adriatic and part of the Northern Adriatic are in the **normal** category. The rest of Croatia is in the **wet** category.

A comparison of the average annual air temperature for the main meteorological station Zagreb-Grič in the period 1862–2019 indicates that the year 2019 is the warmest year on record (the average annual air temperature for Zagreb-Grič for the year 2019 is 14.2°C).



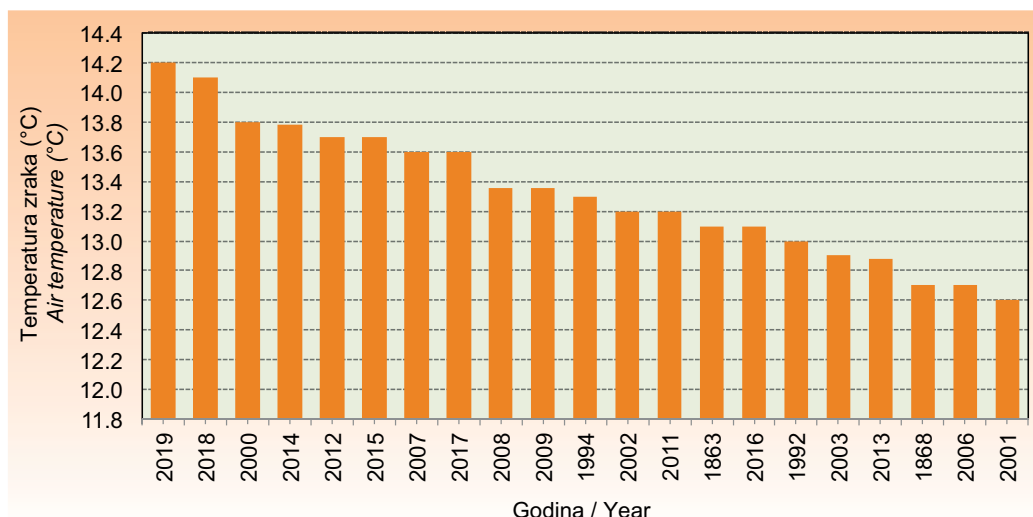
Slika 3.3 Srednje godišnje temperature zraka za Zagreb-Grič za razdoblje 1862. – 2019. godina

Figure 3.3 Mean annual air temperatures at Zagreb-Grič in the period 1862 – 2019



Slika 3.4 Godišnje količine oborine za Zagreb-Grič za razdoblje 1862. – 2019. godina

Figure 3.4 Annual precipitation amounts at Zagreb-Grič in the period 1862 – 2019



Slika 3.5 Dvadesetak najtoplijih godina od početka meteoroloških motrenja (1862. – 2019.), Zagreb-Grič

Figure 3.5 The 20 warmest years on record (1862 – 2019) for Zagreb-Grič

najtoplija godina postaje Zagreb-Grič od početka meteoroloških motrenja, tj. od 1862. godine (slika 3.5).

Očikledan je i dalje pozitivan trend srednje godišnje temperature zraka ($1.1^{\circ}\text{C}/100$ god) za Zagreb-Grič (slika 3.3). Navedeno ukazuje na činjenicu da temperatura zraka u Hrvatskoj i dalje prati trend globalnog zatopljenja s izvjesnim međugodišnjim kolebanjima.

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. Vjerojatnost pojave 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 slikama 3.1 i 3.2 prikazani su grafovi na kojima su vidljivi izvanredni dani tijekom 2019. godine za meteorološke postaje Zagreb-Grič i Split-Marjan. Vizualnom ocjenom može se zaključiti da su prevladavala razdoblja s pozitivnim anomalijama srednje dnevne temperature zraka što je rezultiralo također pozitivnim godišnjim anomalijama prikazanim u poglavlju 2. Ipak, zabilježen je određen broj relativno hladnih valova od kojih su bila dva najizraženija u svibnju. Relativno najtopliji valovi bili su u lipnju.

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 rezultata prikazanih u

The positive average annual air temperature trend of $1.1^{\circ}\text{C}/100$ yrs is apparent, as shown in Figure 3.3. The above indicates that the air temperature trend in Croatia is in accordance with the global warming trend, with certain inter-annual fluctuations.

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 warm and extremely cold days have a probability 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 warm and cold days registered in 2019 at meteorological stations Zagreb-Grič and Split Marjan. A visual assessment brings us to the conclusion that periods with positive mean daily air temperature anomalies prevailed, resulting in the positive annual air temperature anomalies (Chapter 2). However, there were some cold waves, two of them in May having been the most intensive. Relatively the warmest waves were in June.

Figures 3.1 and 3.2 also show daily precipitation amounts at meteorological stations Zagreb-Grič and Split-Marjan. As seen from results shown in Chapter 2 the sum of daily precipitation amounts for both stations was slightly above the corresponding multi-annual average. Five days with heavy rain (days with daily precipitation amount > 30 mm) were registered. The most frequent occurrence of

poglavlju 2 zbroj dnevnih količina oborine za obje postaje bio je nešto viši od odgovarajućeg višegodišnjeg prosjeka. Zabilježeno je po pet dana s jačom oborinom to jest dnevnom količinom oborine većom od 30 mm. Najčešća pojava oborine bila je u svibnju i studenom na obje postaje. Najsušnija razdoblja na Zagreb-Griču su bila u siječnju, veljači i srpnju dok su na postaji Split-Marjan najsušnija razdoblja bila u veljači i lipnju te veći dio kolovoza.

3.3.3 Olujno nevrijeme 12. – 14. svibnja 2019. godine

Olujno nevrijeme 12.-14. svibnja 2019. godine zahvatilo velik dio Hrvatske. Najviše je intervencija zabilježeno na području grada Zagreba dana 12. svibnja (slika 3.6), kada su sve komunalne službe bile na intervencijama uslijed srušenog drveća, porušenih krovova, prekida u prometu zbog šteta na tramvajskim vodovima i nestanka struje, a pritom je ozlijeđeno 6 osoba. Stablo se primjerice srušilo na tramvaj u pokretu, srećom bez ozlijeđenih, a nevrijeme je ostavilo trag i na povijesnoj crkvi svetog Marka, gdje je oštećen sat kao i na fasadi KBC Rebrow. Promet Sljemenskom cestom bio je u prekidu, a na Medvednici je vjetar porušio stotine stabala. Slika 3.7 prikazuje maksimalnu brzinu vjetra na glavnim meteorolo-

rain was in May and November at both stations. The driest periods at Zagreb-Grič were in January, February and July while the strongest lack of precipitation at Split-Marjan was recorded in February, June and most of August.

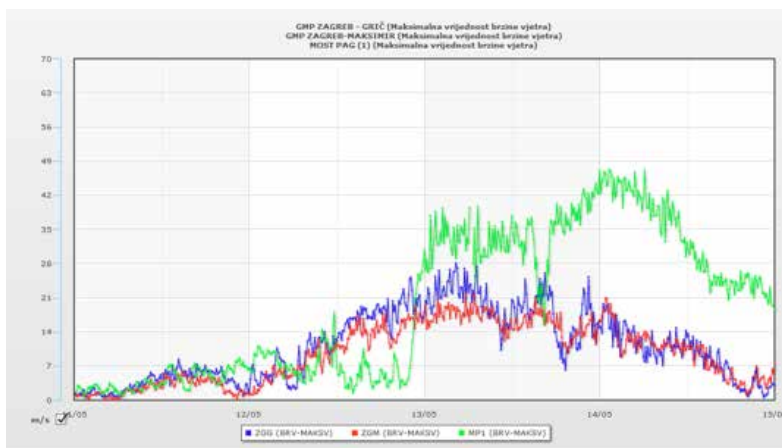
3.3.3 Severe weather from 12th to 14th May 2019

Severe weather during the period from the 12th to the 14th May 2019 affected large swathes of Croatia. The largest number of interventions was recorded in the city of Zagreb on the 12th May 2019 (Figure 3.6), when all the utility services intervened due to downed trees, ripped off roofs, traffic interruptions due to a power outage when 6 people were injured. For example, a tree fell on a moving tram and severe weather damaged the clock of St. Mark's Church, as well as University Hospital Centre Zagreb (Rebro). The traffic on the Sljeme Road was interrupted and hundreds of trees were blown down by the wind on Medvednica hill. Figure 3.7 shows the maximum wind speed at the main meteorological stations Zagreb-Grič and Zagreb-Maksimir. At the Zagreb-Grič station the maximum daily wind gust recorded on the 13th May at 4 a.m. was 28.1 m/s. Similar weather conditions occurred in many towns of Central Croatia. In Varaždin County the water level of rivers started increasing



Slika 3.6 Nevrijeme u Zagrebu 12. svibnja 2019.

Figure 3.6 Severe weather in Zagreb on the 12th May 2019



Slika 3.7 Maksimalna brzina vjetra (m/s) na glavnim meteorološkim postajama (GMP) Zagreb-Grič i Zagreb-Maksimir, te automatskoj postaji most Pag2 od 11. do 15. svibnja 2019. godine.

Figure 3.7 The maximum wind speed (m/s) at the main meteorological stations Zagreb-Grič and Zagreb-Maksimir and automatic weather station Most Pag2 during the period from the 11th to the 15th May 2019

loškim postajama (GMP) Zagreb-Grič i Zagreb-Maksimir. Na postaji Zagreb-Grič zabilježen je maksimalni udar vjetra 13. svibnja u 4 h 28.1 m/s. Slično stanje vladalo je u više gradova središnje Hrvatske. U Varaždinskoj županiji počeli su rasti vodostaji rijeka, pa je proglašeno pripremno stanje obrane od poplava. Bujičnih poplava bilo je u Istri. Na Jadranu je 13. svibnja 2019. zapuhala orkanska bura. Najveći udar bure zabilježen je na Pagu s najvećim dnevnim udarom vjetra od 47.1 m/s (slika 3.7).

Najveća dnevna količina oborine izmjerena je 13. svibnja 2019. na klimatološkoj postaji Plitvička jezera (139.0 mm) što je najveća vrijednost dnevne količine oborine od kada postoje meteorološka mjerenja na toj postaji. Velike dnevne količine oborine zabilježene su u Dalmaciji, na primjer na postaji Split aerodrom i klimatološkoj postaji Jelsa dnevne količine oborine 13. svibnja 2019. redom su iznosile 84.0 mm i 106.1 mm. Navedene vrijednosti premašile su najveće vrijednosti dnevne količine oborine za mjesec svibanj u raspoloživom nizu dotičnih postaja (slika 3.8 i tablica 3.3).

and preparatory measures for flood emergency were taken. Moreover, there were flash floods in Istria.

On the 13th May 2019 severe Bora occurrence was registered in the Adriatic. The maximum Bora wind gust was recorded on the island of Pag with the maximum daily wind gust of 47.1 m/s (Figure 3.7).

Maximum daily precipitation amount was recorded on 13 May 2019 at climatological station Plitvička jezera (139.0 mm) what is the highest precipitation amount on record. High precipitation amounts were recorded in Dalmatia, for example at station Split-airport and climatological station Jelsa daily precipitation amounts on 13 May 2019 were 84.0 mm and 106.1 mm, respectively which exceeded the maximum daily precipitation amount for May according to available data series (Figure 3.8 and Table 3.3).

An analysis of precipitation amounts for May 2019 expressed as a percentage (%) of the average for the period from 1981 to 2010, revealed that these precipitation amounts were above the average at all the analyzed stations. A comparison with a multi-annual average revealed that

Tablica 3.3. Dnevne količine oborine R(mm) izmjerene 13. svibnja 2019. i usporedba s raspoloživim nizom.

Table 3.3 Daily precipitation amounts R(mm) observed on the 13th May 2019 and comparison with available data series.

Dnevne količine oborine R(mm) dana 13. svibnja 2019. Daily precipitation amounts R (mm) on the 13th May 2019			
	Plitvička jezera Plitvice Lakes	Split-Marjan Split-Marjan	Jelsa Jelsa
	R (mm)	R (mm)	R (mm)
13. svibnja 2019. 13 May 2019	139.2	84.0	106.1
	7. svibnja 1987. 7 May 1987 98.2	26. svibnja 1998. 26 May 1998 68.0	26. svibnja 1998. 26 May 1998 95.0
Raspoloživost podataka/ godina Data availability/year	1986.	1948.	1981.

Tablica 3.4. Usporedba mjesečnih količina oborine s raspoloživim nizom glavnih meteoroloških postaja na kojima je bilo rekordnih količina oborine u svibnju 2019. godine.

Table 3.4. Comparison of monthly precipitation amounts for May 2019 with available data series.

Glavna meteorološka postaja Main meteorological station	Raspoloživost podataka (godine) Data availability (years)	Višegodišnji prosjek za svibanj (mm) Multi-annual average* for May (mm)	Svibanj s najvećom količinom oborine prema raspoloživom nizu (mm) Highest monthly precipitation amount in available data series for May (mm)	Mjesečna količina oborine (mm) svibanj 2019. Monthly precipitation amount (mm) for May 2019
Varaždin	1949	81.0	185.8 1954	209.1
Krapina*	1993	90.4	165.9 1999	196.7
Bilogora	1981	79.0	183.6 2014	189.9
Daruvar	1978	87.9	206.3 1989	240.3
Sisak	1949	86.4	198.6 1991	247.0
Ogulin	1949	123.8	294.0 1991	319.2
Rijeka	1948	103.8	275.7 2007	287.7
Pazin	1961	87.5	191.6 1972	295.1
Zavižan*	1953	153.0	325.7 1984	376.0
Zadar	1961	63.6	175.3 1998	176.7

Analiza količina oborine za svibanj 2019. godine koje su izražene u postotcima (%) višegodišnjeg prosjeka (1981. – 2010.) pokazuje da su količine oborine bile iznad višegodišnjeg prosjeka na svim analiziranim postajama. Usporedba s višegodišnjim prosjekom pokazuje

corresponding precipitation amounts for May 2019 were within the range from 153% in Knin (128.3 mm) to 366% in Pazin (295.1 mm) of the previously mentioned average for the month in question.

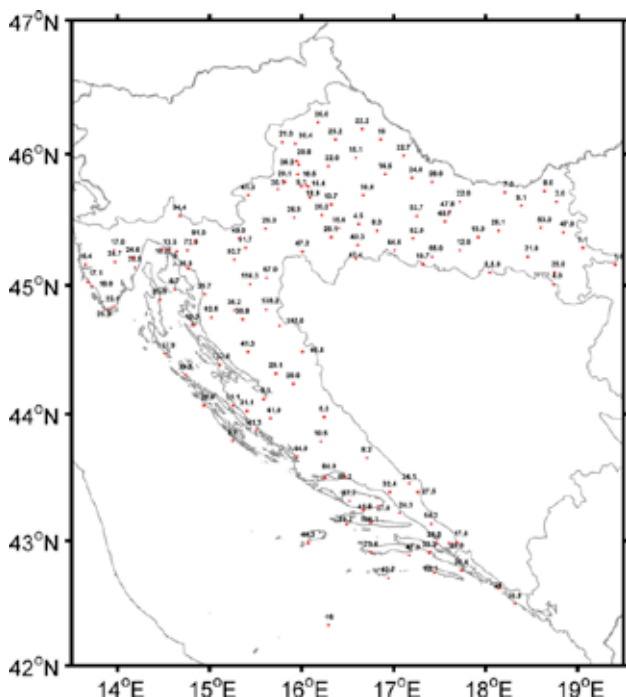
The number of days with $R \geq 0.1$ mm in May 2019 was higher than the multi-annual average at all analyzed stations. The number of rainy days in Dubrovnik in May 2019 exceeded the maximum number of rainy days in available data series of Dubrovnik station, while for Zagreb-Maksimir and Parg it was on a par with the maximum number of rainy days according to available data series of the previously mentioned stations.

Table 3.4 shows main meteorological stations with highest monthly precipitation amount on record for May. All meteorological stations are not included in this comparison what means that there are some climatological stations with highest precipitation amounts on record but not shown in Table 3.4 for example, Poreč (monthly precipitation amount for May 2019 is 209.4 mm; maximum monthly precipitation amount in available data series is 184.7 mm, May 2006).

According to percentile ranks and classification ratings, the precipitation amounts for May 2019 have been described by the following categories: **wet** (wider areas of Senj, Zagreb, Knin and Šibenik), **extremely wet** (a part of the Northern, Middle and Southern Adriatic, wider areas of the towns of Karlovac, Ogulin and Daruvar, as well as a part of Northern and Central Croatia) and **very wet** (the remaining part of Croatia).

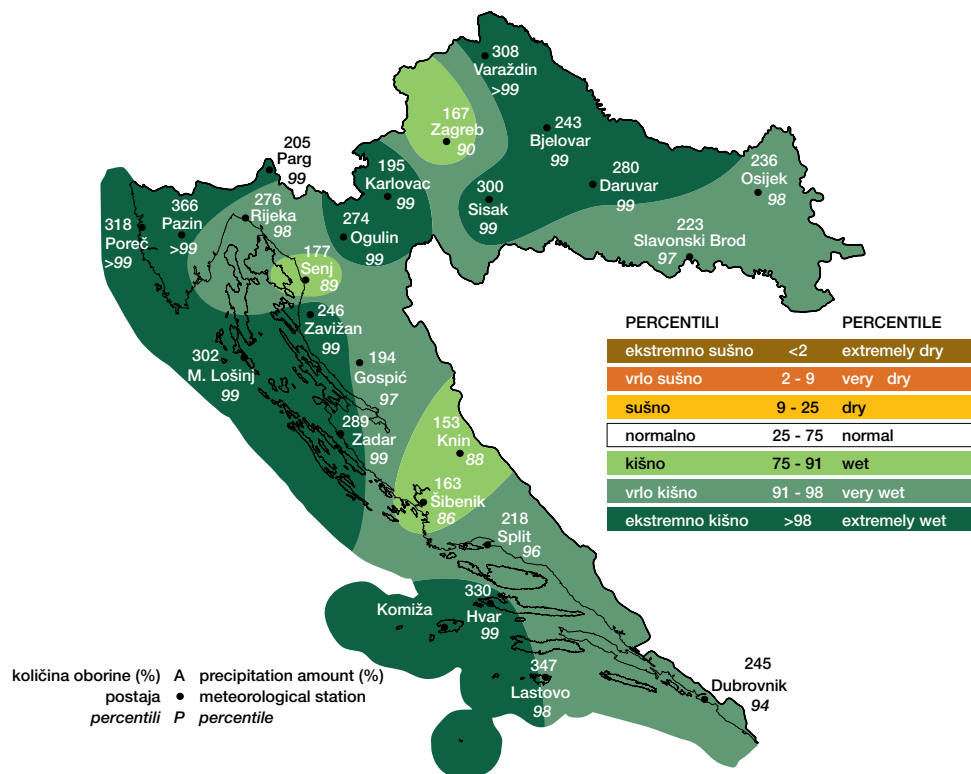
The radar image from Lisca Radar Centre (Slovenia) shows the highest precipitation rate (mm/h) over the Northwestern Croatia and Gorski Kotar region on the 12th May 2019 at 17:30 UTC (Figure 3.10).

The cloud distribution over Europe is visible in satellite imagery in the visible part of the spectrum, HRV (Figure 3.11a). The latter applies to the so-called "Sandwich" produ-



Slika 3.8 Dnevne količine oborine na sinoptičkim i klimatološkim postajama nad područjem Hrvatske, izmjerene 13. svibnja 2019. u 06 UTC

Figure 3.8 Daily precipitation amounts at synoptic and climate stations in Croatia observed on the 13th May 2019 at 06 UTC.



Slika 3.9 Mjesečne količine oborine izražene u % višegodišnjeg prosjeka (1981.-2010.) za svibanj 2019.

Figure 3.9 Monthly precipitation amounts for May 2019 expressed as a percentage (%) of the average for the period from 1981 to 2010.

da se količine oborine za svibanj 2019. godine nalaze u rasponu od 153 % višegodišnjeg prosjeka u Kninu (128.3 mm) do 366% tog prosjeka u Pazinu (295.1 mm).

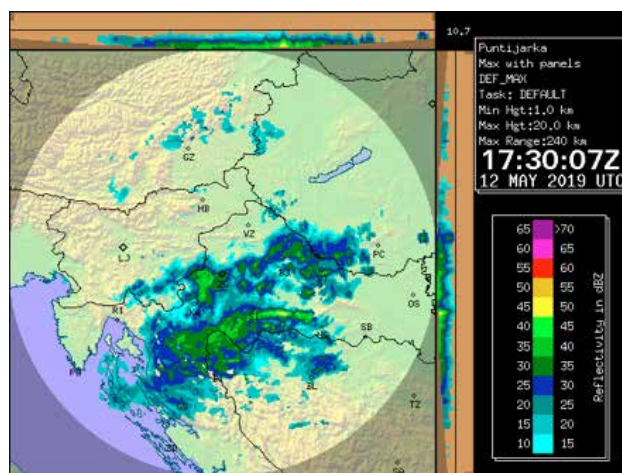
Broj dana s dnevnom količinom oborine ≥ 0.1 mm u svibnju 2019. bio je veći od višegodišnjeg prosjeka na svim analiziranim postajama. U Dubrovniku je broj kišnih dana u svibnju 2019. nadmašio maksimalni broj kišnih dana u raspoloživom nizu postaje Dubrovnik dok je na postajama Zagreb-Maksimir i Parg bio jednak maksimalnom broju kišnih dana prema raspoloživom nizu dotičnih postaja. Drugim riječima postaje Dubrovnik, Zagreb-Maksimir i Parg imale su rekordan broj kišnih dana u svibnju 2019. godine.

U tablici 3.4 navedne su glavne meteorološke postaje s rekordnim svibanjskim količinama oborine. Ova analiza nije provedena na svim postajama u Republici Hrvatskoj iako je bilo rekordnih količina oborine i na klimatološkim postajama, npr. Poreč (mjesečna količina za svibanj 2019. iznosi 209.4 mm dok maksimalna mjesečna količina oborine prema raspoloživom nizu iznosi 184.7 mm, svibanj 2006.).

Oborinske prilike u Hrvatskoj za svibanj 2019. godine opisane su sljedećim kategorijama: kišno (šire područje Senja, Zagreba, Knina i Šibenika), ekstremno kišno (dio sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana, šire područje Karlovca, Ogulina i Daruvara te dio sjeverne i središnje Hrvatske) i vrlo kišno (preostali dio Hrvatske) (slika 3.9).

Radarska slika centra Lisca (Slovenija) ukazuje na najveće količine oborine (mm h^{-1}) nad sjeverozapadnim dijelom Hrvatske i na području Gorskog kotara 12. svibnja u 17:30 UTC (slika 3.10).

ct, which is a combination of satellite HRV and IR $10.8 \mu\text{m}$ imageries, where the colours indicate temperature values. The colours in the previously mentioned figure stand for values of cloud top temperature from the interval ranging from 240K to 200K – dark blue indicates higher (less cold – around -30°C), yellow and red indicate lower top cloud temperature (colder, up to -70°C). Hence, the coldest cloud tops are yellow, indicating strong updraft current over the Gorski Kotar region (Figure 3.11b).



Slika 3.10. Radarska slika (radarski centar Lisca (Slovenija)), 12. svibnja 2019. godine u 17:30 UTC

Figure 3.10 Radar image (Lisca Radar Centre (Slovenia)), on the 12th May 2019 at 17:30 UTC.

Na satelitskoj snimci u vidljivom dijelu spektra (eng. High Resolution Visible - HRV) (slika 3.11a) vidljiva je raspodjela oblačnih sustava nad Europom. Na tzv. "Sandwich" produktu koji je kombinacija satelitske HRV snimke i IR 10.8 μm snimke gdje boje označavaju vrijednosti temperature. Boje na slici označavaju temperature vrhova oblaka u intervalu od 240 do 200 K - pri čemu tamno plava boja ukazuje na višu (manje hladnu - oko -30°C), a žuta, odnosno crvena na nižu temperaturu (hladniju, do oko -70°C) vrhova oblaka. Time su žutom bojom prikazani najhladniji vrhovi koji ukazuju na jaka uzlazna strujanja nad područjem Gorskog kotara (slika 3.11b).

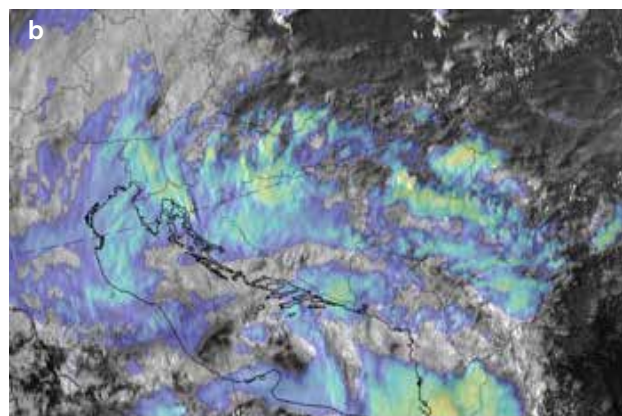
Tijekom navedenog razdoblja prizemna ciklona (tlak zraka u središtu oko 1010 hPa) gotovo je stacionirala nad srednjim i južnim dijelom Apeninskog poluotoka, a zahvaćala je i najveći dio srednjeg i južnog Jadrana.

U isto vrijeme (12. i 13. svibnja) ogranak prostrane i snažne anticiklone (tlak zraka u središtu iznad Britan-

During this period, the surface cyclone (air pressure in the centre around 1010 hPa) almost stationed over the central and southern part of the Apennine Peninsula and it also covered most of the Middle and Southern Adriatic.

At the same time, (on the 12th and the 13th May), a large and strong anticyclonic branch (1040 hPa in the centre located over the British Isles and the North Sea), became stronger both across Northwestern and Central Europe towards our region and its impact extended to Northwestern Croatia (Figure 3.12). Air pressure gradients were the most intensive over Northwestern Croatia, as well as in the Northern and Middle Adriatic. The north-eastern flow was dominant in surface air pressure field.

The synoptic situation at upper level was characterised by cyclonic vortex centred above the central and southern parts of the Apennine Peninsula which extended to the highest layer of the atmosphere (up to the isobaric surface of AT 300 hPa – about the height of 10 km (Figure 3.13). The

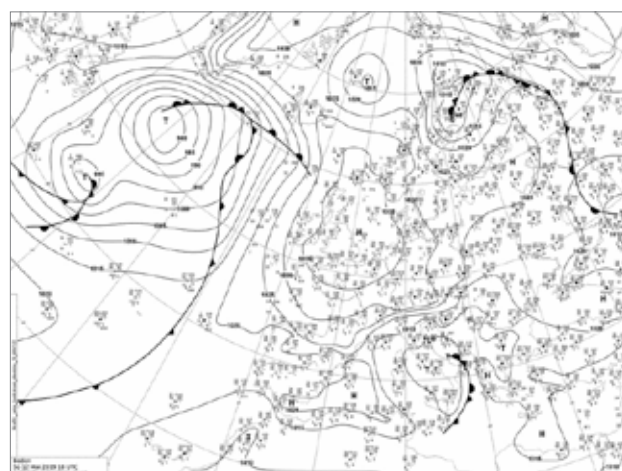


Slika 3.11 Meteosat-10 snimka visoke rezolucije u vidljivom dijelu spektra (eng. High Resolution Visible - HRV) (a), te "Sandwich" produkt kao kombinacija HRV satelitske snimke (eng. Colour Enhanced - CE) i infracrvene IR 10.8 μm satelitske slike gdje boje označavaju vrijednosti temperature (b), 12. svibnja 2019. u 12 UTC

Figure 3.-11 High Resolution Visible (HRV) Meteosat-10 image (a), "Sandwich" product as a combination of HRV satellite imagery (Colour Enhanced - CE) and infrared IR 10.8 μm satellite imagery where the colours describe temperature values (b), on the 12th May 2019 at 12 UTC.

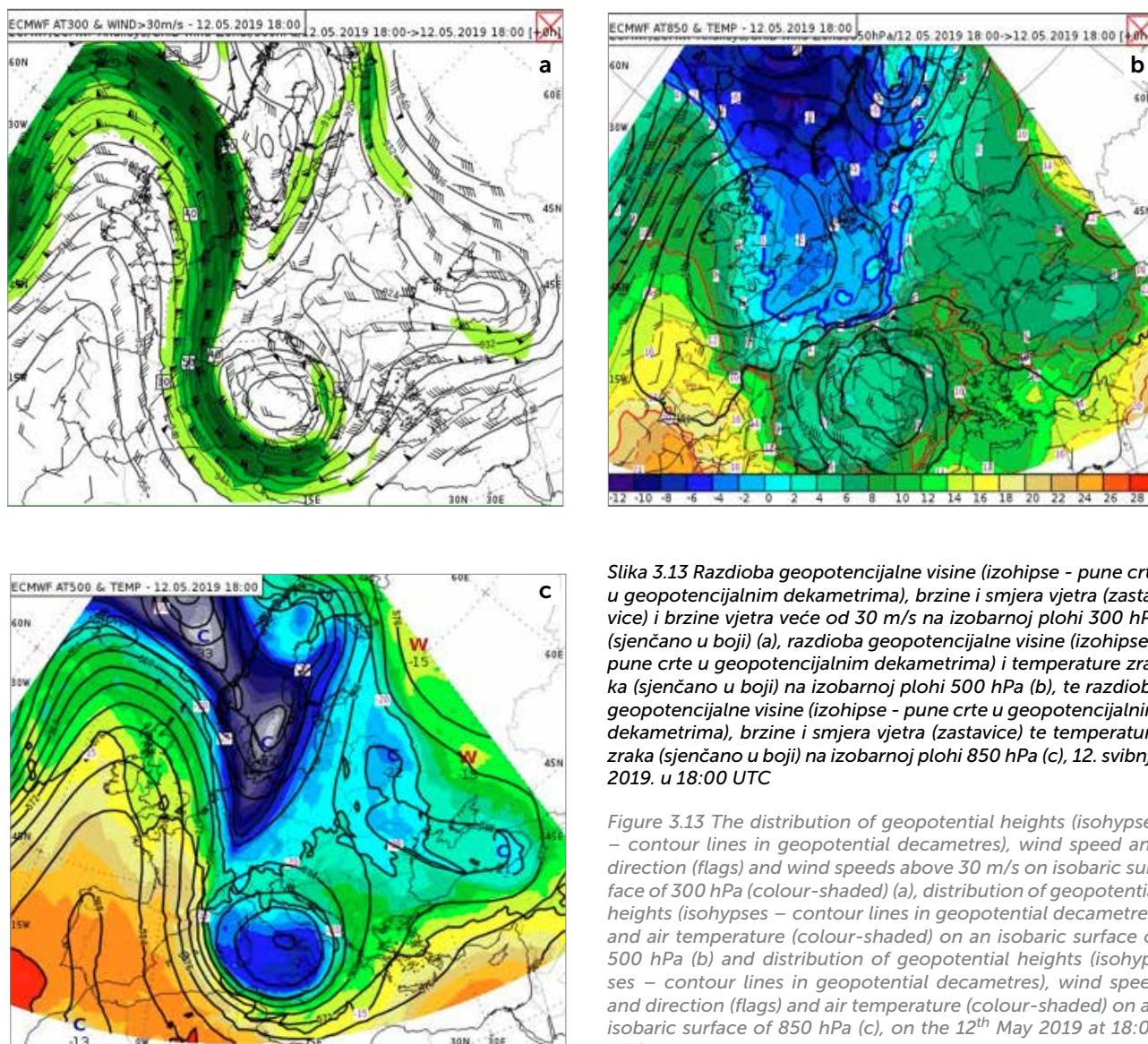
skog otočja i Sjevernog mora iznosio je 1040 hPa) sve je više jačao preko sjeverozapadne i srednje Europe prema našim krajevima, te se njegov utjecaj pružao sve do sjeverozapadne Hrvatske (slika 3.12). Gradijenti tlaka zraka stoga su bili najizraženiji nad sjeverozapadnom Hrvatskom, te sjevernim i srednjim Jadranom. U prizemnom polju tlaka dominantno strujanje bilo je sjeveroistočno.

Visinsku situaciju karakterizirao je ciklonalni vrtlog sa središtem iznad srednjeg i južnog dijela Apeninskog poluotoka koji se prostirao sve do najviših slojeva atmosfere (do izobarne plohe AT 300 hPa – oko 10 km visine) (slika 3.13). U isto vrijeme visinski greben prostirao se od Pirinejskog poluotoka preko Britanskog otočja dalje na sjever, a njegova prednja strana nalazila se zapadnije od naših krajeva. Dominantno strujanje bilo je sa sjevera i sjeveroistoka - na prednjoj strani grebena, odnosno na gornjoj strani visinske ciklone, uz pritjecanje hladnog zraka. Dakle, u spomenutom razdoblju nad našim krajevima nalazila se veća količina vlažnog zraka vezana uz ciklonalnu aktivnost na Sredozemlju i Jadranu, te je uz pritjecanje hladnijeg zraka sa sjevera i sjeveroistoka,



Slika 3.12 Prizemna sinoptička situacija 12. svibnja 2019. u 18:00 UTC (izvor: Njemačka meteorološka služba-DWD)

Figure 3.12 Surface synoptic situation on the 12th May 2019 at 18:00 UTC (source: German Meteorological Service, DWD).



Slika 3.13 Razdioba geopotencijalne visine (izohipse - pune crte u geopotencijalnim dekametrima), brzine i smjera vjetra (zastavice) i brzine vjetra veće od 30 m/s na izobornoj plohi 300 hPa (sjenčano u boji) (a), razdioba geopotencijalne visine (izohipse - pune crte u geopotencijalnim dekametrima) i temperature zraka (sjenčano u boji) na izobornoj 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 izobornoj plohi 850 hPa (c), 12. svibnja 2019. u 18:00 UTC

Figure 3.13 The distribution of geopotential heights (isohypses – contour lines in geopotential decametres), wind speed and direction (flags) and wind speeds above 30 m/s on isobaric surface of 300 hPa (colour-shaded) (a), distribution of geopotential heights (isohypses – contour lines in geopotential decametres) and air temperature (colour-shaded) on an isobaric surface of 500 hPa (b) and distribution of geopotential heights (isohypses – contour lines in geopotential decametres), wind speed and direction (flags) and air temperature (colour-shaded) on an isobaric surface of 850 hPa (c), on the 12th May 2019 at 18:00 UTC.

bilo i konvektivne aktivnosti te vrlo vjetrovitog vremena. Mlazna struja u sklopu visinske ciklone većinom je zahvaćala dio područja zapadnog i srednjeg Sredozemlja, te je samo periferno dosežala do naših krajeva i dijelom pridonijela intenzifikaciji oborina na području Hrvatske.

Takva raspodjela sinoptičkih sustava dovela je do pojave olujnog vjetra nad područjem sjeverozapadne Hrvatske, što je bilo uzrokom velikih šteta na širem području Zagreba, u Međimurskoj i Varaždinskoj županiji, obilnih oborina na području Gorskog kotara, te olujnog vjetra na Jadranu - juga na srednjem i južnom Jadranu, a zatim i orkanske i olujne bure na sjevernom i srednjem dijelu.

3.3.4 Nevrijeme 12. studenoga 2019. godine

Snažna ciklona koja se 12. studenoga premještala preko Hrvatske donijela je velike količine oborine, osobito na Jadranu, te predjelima uz Jadran: unutrašnjosti Dalmacije, Gorskog kotaru i Lici, te unutrašnjosti Istre. U

upper-level ridge was simultaneously extended from the Iberian Peninsula across the British Isles to the north, and its front side was located to the west from our region. The dominant flow was from both the north and northeast - at the front side of the upper-level ridge, or at the top of the upper-level cyclone with the influx of cold air. During the previously mentioned period, there was a great amount of humid air over our regions, related to cyclonic activity both in the Mediterranean and in the Adriatic and with the colder air inflow from both the north and northeast. Convective activity and very windy weather were also recorded. The jet stream within the upper-level cyclone mostly covered part of the Western and Central Mediterranean, reaching only peripherally to our regions and partly contributing to the intensification of precipitation in Croatia.

Such distribution of synoptic systems led to a severe wind occurrence over the area of Northwestern Croatia. The latter caused extensive damage in the wider Zagreb area, Međimurje and Varaždin County, heavy precipitation in Gorski Kotar region, as well as a strong wind occurrence in the Adriatic – Sirocco - in the Middle and Southern

Dalmaciji je puhalo olujno i orkansko jugo, koje je rušilo stabla, stupove i uzrokovalo značajnu materijalnu štetu.

Pomorski promet je većinom bio u prekidu. U kombinaciji s niskim tlakom zraka došlo je do podizanja razine mora, što je uzrokovalo plavljenje riva duž obale, od Istre do Dalmacije, a osim toga zabilježeni su i visoki valovi. Prema podacima Hrvatskog hidrografskog instituta 12. studenoga oko 16 h izmjerena je maksimalna visina vala (10.87 m, slika 3.15) u akvatoriju grada Dubrovnika pokraj otočića Sv. Andrija. Na slici 3.16 prikazane su dnevne količine oborine izmjerene na sinoptičkim postajama 13. studenoga 2019. godine u 06:00 UTC. Najviše je pritom palo na sinoptičkoj postaji Pazin, 73.2 mm,



Adriatic, in addition to a severe and strong Bora occurrence in the Northern and Middle Adriatic.

3.3.4 Severe weather on 12th November 2019

The powerful cyclone moving across Croatia on the 12th November 2019 brought high amounts of precipitation, especially in the Adriatic and the areas along the Adriatic – the Dalmatian Inland, Gorski Kotar and Lika region, as well as in the Istrian inland. Severe and gale Sirocco wind hit Dalmatia, knocking down trees and pillars and causing considerable material damage.



Slika 3.14 Plavljenje rive u Zadru (lijevo) i nevrijeme u Splitu 12. studenoga 2019. godine (desno)

Figure 3.14 Flooded seafront in Zadar (to the left) and severe weather in Split on the 12th November 2019 (to the right)

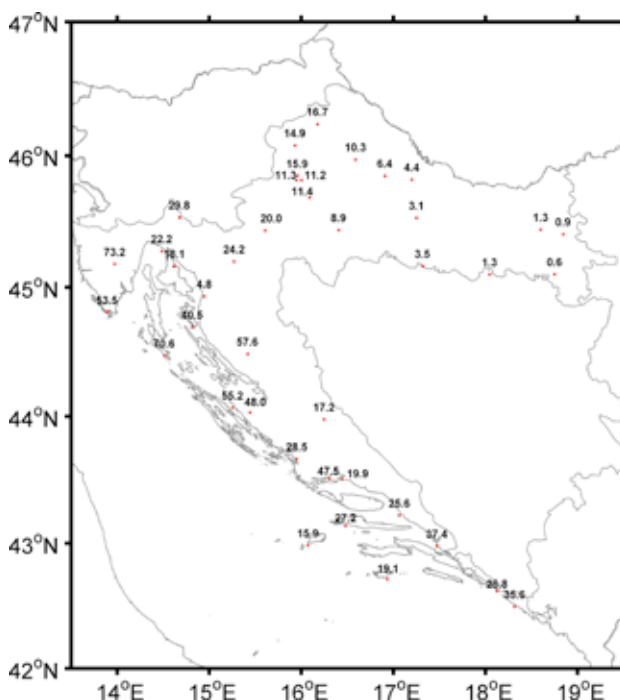
a veće količine oborine pale su na sjevernom i srednjem Jadranu.

Na slici 3.17 prikazana je sinoptička karta 12. studenoga 2019. u 12:00 UTC. Slika 3.18 pokazuje da je na glavnim meteorološkim postajama (GMP) Zadar i Dubrovnik najveća količina oborina pala unutar samo jednog sata, a tijekom 12. studenoga vidljiv je pad tlaka zraka. Na postaji Vis-Hum zabilježena je najveća maksimalna brzina vjetra od 42.3 m/s (slika 3.19).



Slika 3.15 Orkansko jugo u Dubrovniku i maksimalna visina vala (10.87 m) na otočiću Sv. Andrija, 12. studenoga 2019. godine

Figure 3.15 Severe Sirocco in Dubrovnik and maximum wave height (10.87 m) on the Island of St. Andrew, on the 12th November 2019



Slika 3.16 Dnevne količine oborine nad područjem Hrvatske, izmjerene na sinoptičkim postajama 13. studenoga 2019. u 06:00 UTC

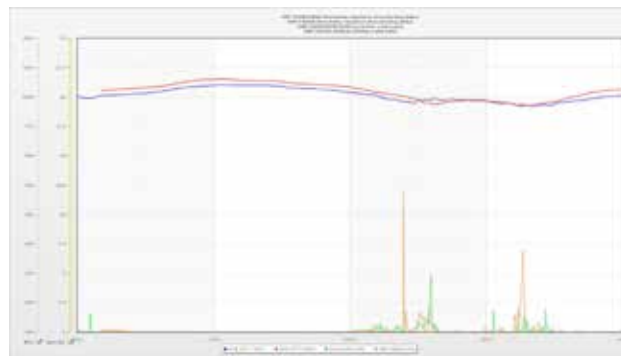
Figure 3.16 Daily precipitation amounts throughout Croatia, observed at synoptic stations on the 13th November 2019 at 06:00 UTC.



Slika 3.17 Sinoptička karta, 12. studenoga 2019. godine u 12:00 UTC.

Figure 3.17 The synoptic situation chart on the 12th November 2019 at 12:00 UTC.

Analiza količina oborine za studeni 2019. godine koje su izražene u postotcima (%) višegodišnjeg prosjeka (1981. – 2010.) (slika 3.20) pokazuje da su količine oborine bile većinom iznad prosjeka. Usporedba s višegodišnjim prosjekom pokazuje da se količine oborine za studeni 2019. godine nalaze u rasponu od 95 % višegodišnjeg prosjeka u Osijeku (57.1 mm) do 313% višegodišnjeg prosjeka u Kninu (371.3 mm). Postaja Knin imala je rekordnu mjesečnu količinu oborine za mjesec studeni 2019. godine (371.3 mm) jer je mjesečna količina oborine nadmašila najveću mjesečnu količinu oborine za studeni u raspoloživom nizu (1949. – 2018.) postaje Knin (345.3 mm, studeni 1966.). Broj dana s dnevnim količinom oborine ≥ 0.1 mm u studenom 2019. bio je veći od višegodišnjeg prosjeka gotovo na svim analiziranim postajama. Na 14 postaja broj dana s dnevnim količinom oborine ≥ 0.1 mm bio je rekordan u studenom 2019. godine, tj. broj takvih dana premašio je ili je jednak (Dubrovnik, Hvar i Zavižan) maksimalnom broju dana s dnevnim ko-



Slika 3.18 Satne količine oborine (mm) i satne vrijednosti tlaka zraka (hPa) izmjerene na glavnim meteorološkim postajama (GMP) Zadar i Dubrovnik, od 10. do 14. studenoga 2019. godine.

Figure 3.18 Hourly values of precipitation amounts (mm) and hourly values of atmospheric air pressure (hPa) recorded during the period from the 10th to the 14th November 2019 at main meteorological stations Zadar and Dubrovnik.

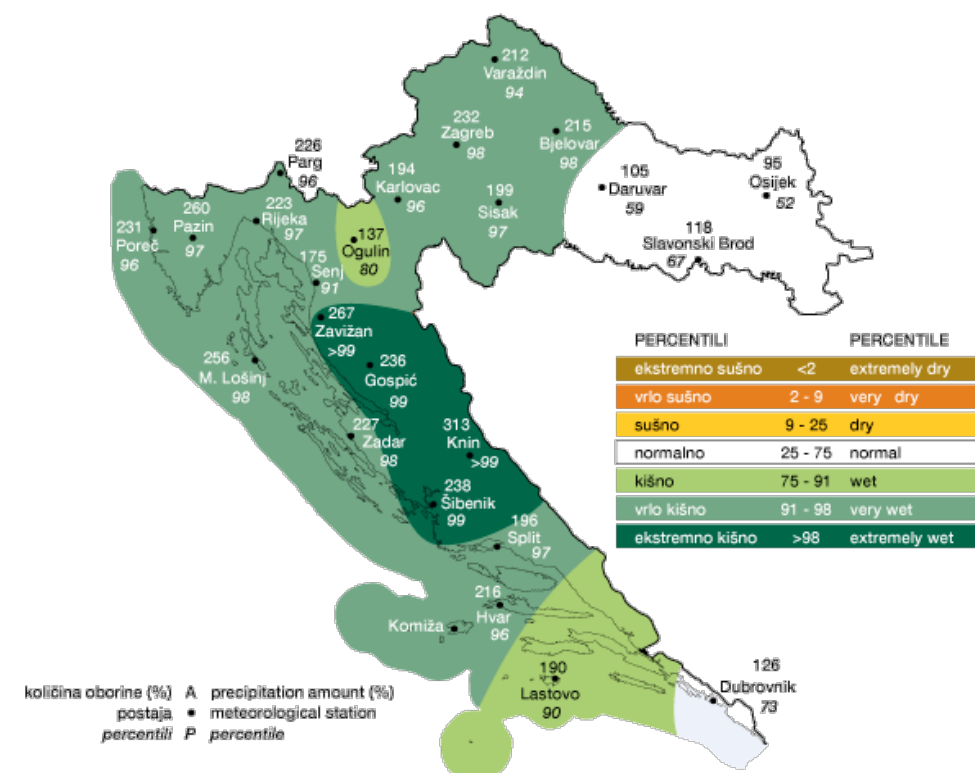
The maritime traffic was mostly interrupted. In combination with low air pressure, the sea level rose, causing the flooding of the waterfront along the coast from Istria to Dalmatia. In addition to this, high waves were recorded. According to Hydrographic Institute of the Republic of Croatia, on the 12th November 2019, around 4 p.m. extreme wave height (10.87 m) in the Dubrovnik aquatic area near the island of St. Andrew was recorded (Figure 3.15). Figure 3.16 shows daily precipitation amounts at synoptic stations observed on the 13th November 2019 at 06:00 UTC. The highest precipitation amount was recorded at Pazin station (73.2 mm) and high precipitation amounts were recorded at stations located both in the Northern and in the Middle Adriatic.

Figure 3.17 shows the synoptic situations on the 12th November 2019 at 12:00 UTC. The main meteorological stations Zadar and Dubrovnik recorded the highest precipitation amount during only one hour (Figure 3.18). Moreo-



Slika 3.19 Maksimalna brzina vjetra (m/s) na automatskim postajama Vis-Hum, te glavnim meteorološkim postajama (GMP) Zadar, Split i Dubrovnik od 10. do 14. studenoga 2019. godine.

Figure 3.19 The maximum wind speed (m/s) at Vis-Hum automatic weather station and the main meteorological stations Zadar, Split-Marjan and Dubrovnik during the period from the 10th to the 14th November 2019.



Slika 3.20 Mjesečne količine oborine izražene u % višegodišnjeg prosjeka (1981. – 2010.) za studeni 2019. godine

Figure 3.20 Monthly precipitation amounts for November 2019 expressed as percentages (%) of the average for the period from 1981 to 2010.

ličinom oborine ≥ 0.1 mm u raspoloživom nizu. Oborinske prilike u Hrvatskoj za studeni 2019. godine opisane su sljedećim kategorijama: normalno (istočna Hrvatska i šire područje Dubrovnika), kišno (dio srednjeg i južnog Jadrana i šire područje Ogulina), ekstremno kišno (Lika i dio zaleđa srednjeg Jadrana) i vrlo kišno (preostali dio Hrvatske).

Na tzv. "Sandwich" produktu koji je kombinacija satelitske HRV snimke i IR 10.8 μm snimke gdje boje označavaju vrijednosti temperature vrhova oblaka, crvenom bojom prikazani su najhladniji vrhovi koji ukazuju na postojanje jakog uzlaznog strujanja nad područjem Hrvatske i Jadrana (slika 3.21b). Boje na slici označavaju temperature vrhova oblaka u intervalu od 240 do 200K - pri čemu tamno plava boja ukazuje na višu (manje hladnu - oko -30°C), a žuta, odnosno crvena na nižu temperaturu (hladniju, do oko -70°C) vrhova oblaka.

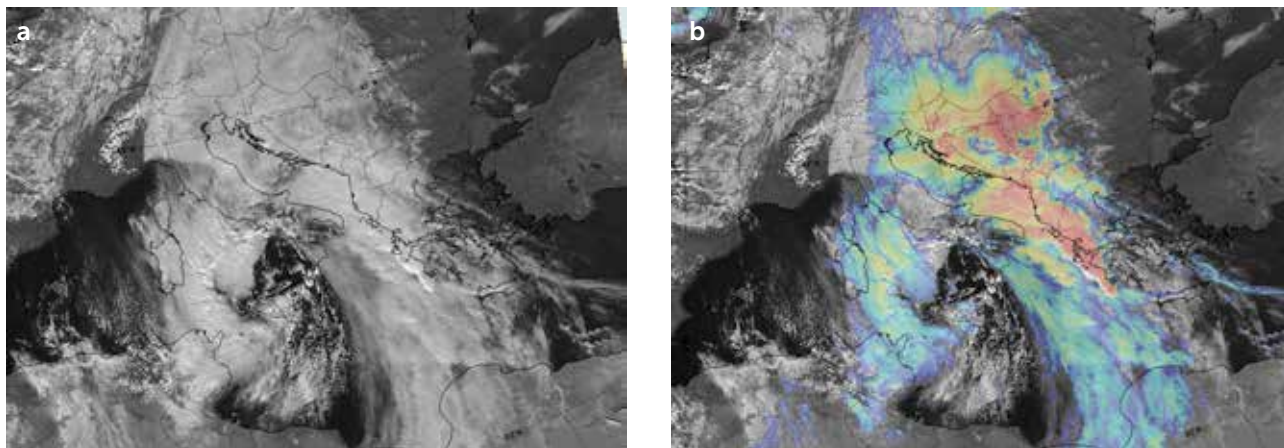
Prema prizemnoj sinoptičkoj situaciji (slika 3.22) ciklona sa središtem nad Tirenskim morem se produbila i 13. studenoga pomakla nad Jadran. Unutar toplog ciklona sektora kružio je vlažan i topao zrak. U noći na 13. studeni hladna fronta u sklopu ciklona polja prešla je preko naših krajeva, a zatim je uz okludiranu frontu pritjecao hladniji zrak. Na prednjoj strani visinske doline nad našom zemljom je bilo izraženo južno i jugoistočno strujanje u kojem je pritjecao vlažan i razmjerno topao zrak.

U isto vrijeme visinska dolina bila je zapadnije od Hrvatske. Uz pritjecanje hladnijeg zraka sa sjevera što je prouzročilo stvaranje hladne kaplje (eng. cut-off low-COL) sjeverozapadno od Hrvatske, hladan zrak spustio

ver, on the 12th November 2019, a decrease in atmospheric air pressure was evident. The automatic weather station Vis-Hum recorded the highest maximum daily wind gust (42.3 m/s, on the 12th November 2019), which has been shown in Figure 3.19.

An analysis of the precipitation amounts for November 2019, expressed as percentages (%) of the average for the period from 1981 to 2010 (Figure 3.20), shows that precipitation amounts were mainly above the previously mentioned average. A comparison with the multi-annual average showed that the corresponding precipitation amounts for November 2019 were within the range from 95% in Osijek (57.1 mm) to 313% in Knin (371.3 mm) of the previously mentioned average for the month in question. The monthly precipitation amount for main meteorological station Knin in November 2019 (371.3 mm) exceeded the maximum monthly precipitation amount in November (345.3 mm, November 1966), according to available data series (1949 – 2018). The number of days with daily precipitation amount $R \geq 0.1$ mm in November 2019 was higher than the multi-annual average at almost all the analyzed stations. The number of rainy days in November 2019 at 14 meteorological stations included in the analysis of climate anomalies in Croatia exceeded the maximum number of rainy days in available data series, while in Dubrovnik, Hvar and Zavižan it was on a par with the maximum number of rainy days according to available data series of the previously mentioned stations.

According to percentile ranks and classification ratings, the precipitation amounts for November 2019 have been described by the following categories: normal (Ea-

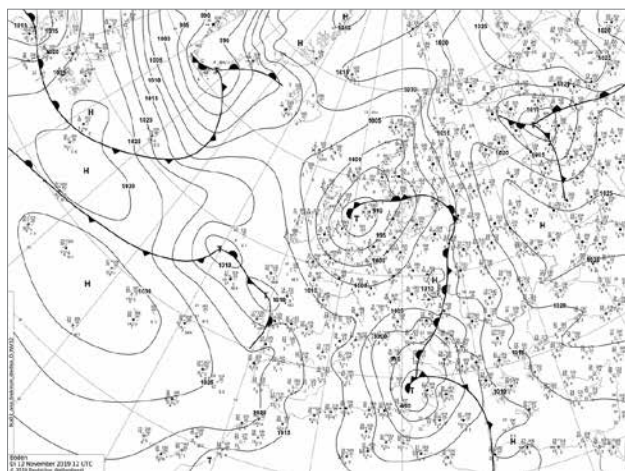


Slika 3.21 Meteosat-10 snimka visoke rezolucije u vidljivom dijelu spektra (eng. High Resolution Visible - HRV) (a), te "Sandwich" produkt kao kombinacija HRV satelitske snimke (eng. Color Enhanced - CE) i infracrvene IR 10.8 μm satelitske slike gdje boje označavaju vrijednosti temperature (b), 12. studenoga 2019. u 12:00 UTC

Figure 3.21 High Resolution Visible (HRV) Meteosat-10 images (a), "Sandwich" product as a combination of HRV satellite imagery (Colour Enhanced - CE) and infrared IR 10.8 μm satellite imagery where the colours stand for the temperature values (b), on the 12 November 2019 at 12:00 UTC.

se i do Tirenskog mora što je za posljedicu imalo intenziviranje konvektivnih procesa (produbljavanje ciklona u nižim slojevima atmosfere). Na slici 3.23 vidljiv je položaj visinske doline na izobarnim plohama 300 i 500 hPa 12. studenoga 2019. u 12:00 UTC. Na 300 hPa vidljiv je položaj mlazne struje koja se protezala od Tirenskog mora preko Jadrana prema krajnjem sjeveru Europe.

Takva raspodjela sinoptičkih sustava 12. studenoga 2019. dovela je do pojave orkansnog juga nad Jadranom, obilnih oborina na Jadranu, unutrašnjosti Dalmacije, Gorskom kotaru i Lici, te unutrašnjosti Istre, kao i pojave dizanja mora što je uzrokovalo plavljenja riva duž obale Jadrana. Uz to, uslijed mjeseca u uštupu, bila je jaka plima i njena je maksimalna visina bila 12. studenoga 2019. oko 13 UTC (prema tablicama morskih mijena, Hrvatski



Slika 3.22 Prizemna sinoptička situacija 12. studenoga 2019. u 12:00 UTC (izvor: Njemačka meteorološka služba-DWD)

Figure 3.22 Surface synoptic situation on the 12th November 2019 at 12:00 UTC (source: German Meteorological Service, DWD).

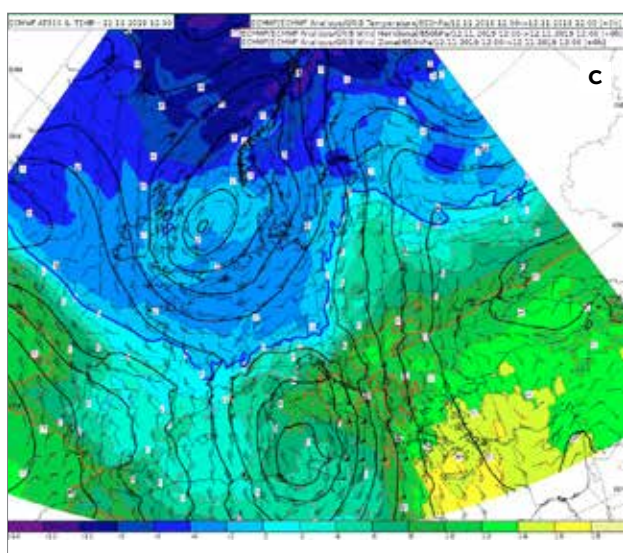
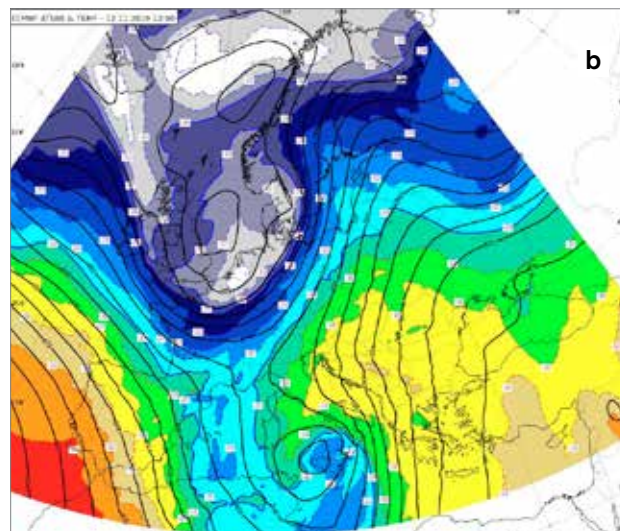
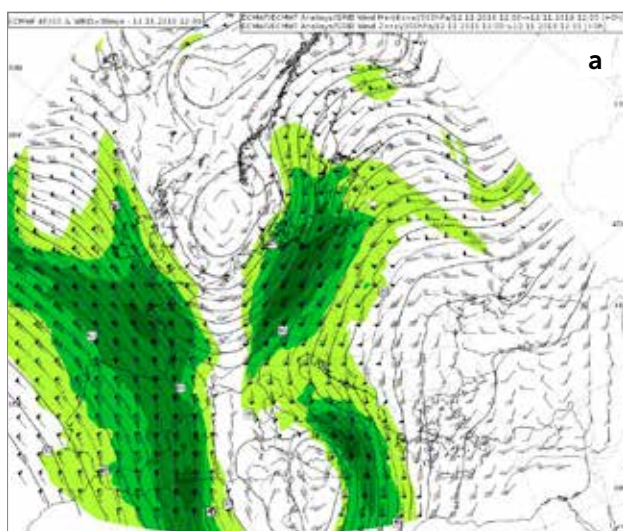
stern Croatia and the wider area of the town of Dubrovnik), wet (a part of the Middle and Southern Adriatic and the wider area of the town of Ogulin), extremely wet (Lika region and a part of the hinterland of the Middle Adriatic) and very wet (the remaining part of Croatia).

In the so-called "Sandwich" product, which is a combination of satellite HRV and IR 10.8 μm imageries, the colours indicate the values of cloud top temperature. The red colour stands for the coldest cloud tops that indicate strong upward stream both over Croatia and over the Adriatic Sea (Figure 3.21b). The colours in the previously mentioned figure indicate values of cloud top temperature from the interval (240K - 200K) – dark blue indicates higher (less cold – around -30°C), yellow and red indicate lower top cloud temperature (colder, up to -70°C).

According to the surface synoptic chart, (Figure 3.22) a cyclone over the Tyrrhenian Sea deepened and, on the 13th November 2019, it moved over the Adriatic Sea. Warm and moist air circulated inside the warm cyclone sector. In the night on the 13th November 2019, a cold front inside the cyclonic field crossed our regions and subsequently cooler air flowed along the occluded front. At the front of the upper-level low over Croatia, southern and south-eastern current was prominent with a flow of moist and relatively warm air. At the same time, the upper-level low was to the west of Croatia. With the flow of colder air from the north causing a cut-off low to the northwest of Croatia, the cold air descended to the Tyrrhenian Sea, whose consequence was an intensification of convective processes (cyclone deepening in lower atmospheric layers).

Figure 3.23 shows the position of the upper-level low on the isobaric levels of 300 and 500 hPa on the 12th November at 12:00 UTC. In addition to this, on the isobaric level of 300 hPa, the position of the jet stream is visible that extended from the Tyrrhenian Sea across the Adriatic Sea to the far north of Europe.

Such distribution of synoptic systems on the 12th November 2019 caused a severe Sirocco over the Adriatic Sea, a heavy precipitation on the Adriatic Sea, in the Dalmatian



Slika 3.23 Razdioba geopotencijalne visine (izohipse - pune crte u geopotencijalnim dekametrima), brzine i smjera vjetra (zastavice) i brzine vjetra veće od 30 m/s 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), 12. studenoga 2019. u 12:00 UTC

Figure 3.23 Distribution of geopotential heights (isohypses – contour lines in geopotential decametres), wind speed and direction (flags) and wind speeds over 30 m/s on isobaric surface of 300 hPa (colour-shaded) (a), distribution of geopotential heights (isohypses – contour lines in geopotential decametres) and air temperature (colour-shaded) on the isobaric surface of 500 hPa (b) and distribution of geopotential heights (isohypses – contour lines in geopotential decametres), wind speed and direction (flags) and air temperature (colour-shaded) on the isobaric surface of 850 hPa (c), on the 12th November 2019 at 12:00 UTC.

hidrografski institut - HHI), što je dodatno pridonijelo podizanju razine mora.

4. OCJENA KLIME ZA 2019. GODINU NA GLOBALNOJ LJESTVICI

4.1 Temperatura zraka

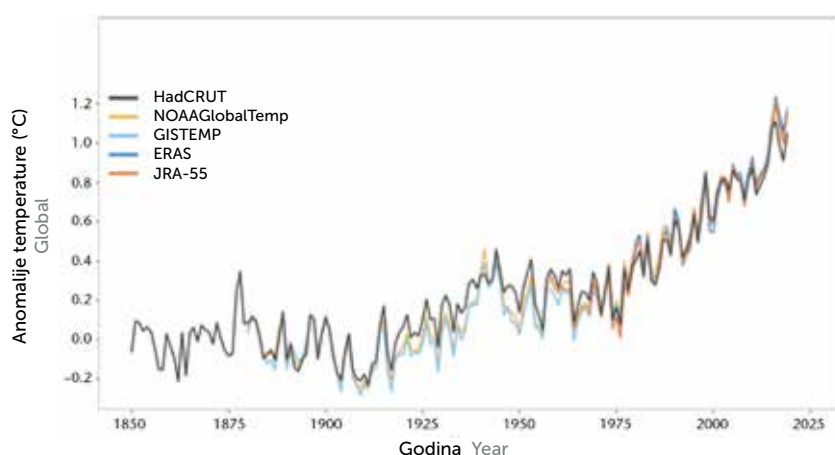
Globana srednja površinska temperatura na Zemlji za 2019. godinu bila je 1.1°C iznad prosjeka za predindustrijsko razdoblje 1850. – 1900. godina kao referentno razdoblje (slika 4.1). Prema procjeni WMO-a koja se zasniva na pet raspoloživih nizova podataka u svjetskim klimatskim centrima, 2019. godina je najvjerojatnije druga po redu najtoplija godina. Dva klimatska centra su u Europi (East Anglia University - HadCRUT, European Centre for Medium Range Weather Forecasts – ECMWF ERA5), dva u SAD-u (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA GlobalTemp i Goddard Institute

hinterland, Gorski Kotar and Lika region and in the Istrian inland, as well as the flooding of the waterfront along the Adriatic coast due to the sea level rise. Moreover, the high tide was as the result of the Full Moon and its maximum height was around 13:00 UTC on the 12th November 2019 (according to Tide Tables, Hydrographic Institute of the Republic of Croatia), which further contributed to the sea level rise.

4. CLIMATE ASSESSMENT FOR THE YEAR 2019 ON GLOBAL SCALE

4.1 Air temperature

The global mean surface temperature for 2019 was around 1.1°C above the 1850–1900 baseline, used as an approximation of preindustrial levels. The year 2019 is likely to be the second warmest on record. The WMO assessment



Slika 4.1 Anomalije srednje globalne površinske temperature na Zemlji u odnosu na referentno (predindustrijsko) razdoblje 1850. – 1900. Podaci su obrađeni u svjetskim klimatskim centrima navedenim u legendi slike (prema WMO, 2020).

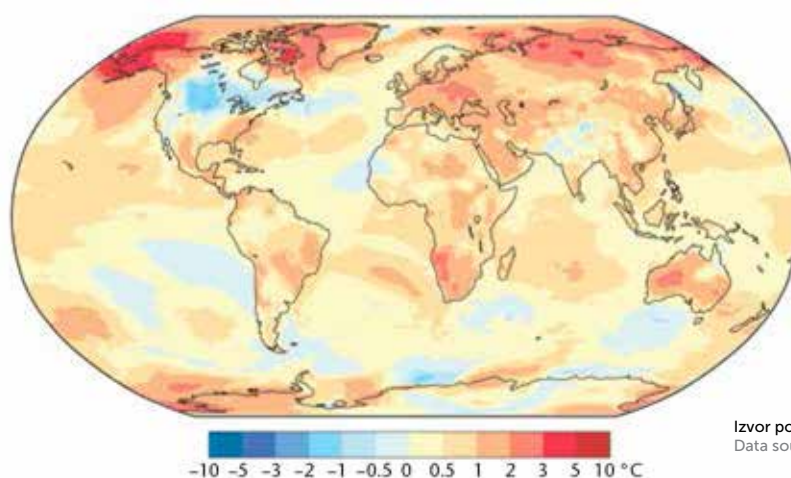
Figure 4.1 Global annual mean temperature difference from preindustrial conditions (1850–1900). The two reanalyses (ERA5 and JRA-55) are aligned with the in situ datasets (HadCRUT, NOAAGlobalTemp and GISTEMP) over the period 1981–2010 (after WMO, 2020)

for Space Studies - GISTEMP) te jedan u Aziji (Japanska meteorološka agencija – JMA). Četiri klimatska centra smještaju 2019. godinu na drugo mjesto, a jedan na treće mjesto prema globalnoj godišnjoj temperaturi. Raspon anomalija temperatura tih centara je od 1.05°C do 1.18°C.

Iako je kao godina globalno u prosjeku jedna od toplijih u povijesti mjerenja postoje znatne varijacije anomalija širom planete. Većina površine Zemlje bila je toplija od prosjeka recentnog razdoblja 1981. – 2010. (slika 4.2). U Africi je 2019. bila među tri najtoplije godine od 1950. godine. Drugi kontinentalni prosjeci bili su među tri najtoplija osim Sjeverne Amerike koja je tek 14. najtoplija u nizu iako je Aljaska bila izuzetno topla. Naglašeno topli bili su veliki dijelovi Arktika, srednja i jugoistočna Europa, južna Afrika, jugoistočna Azija, dijelovi Australije

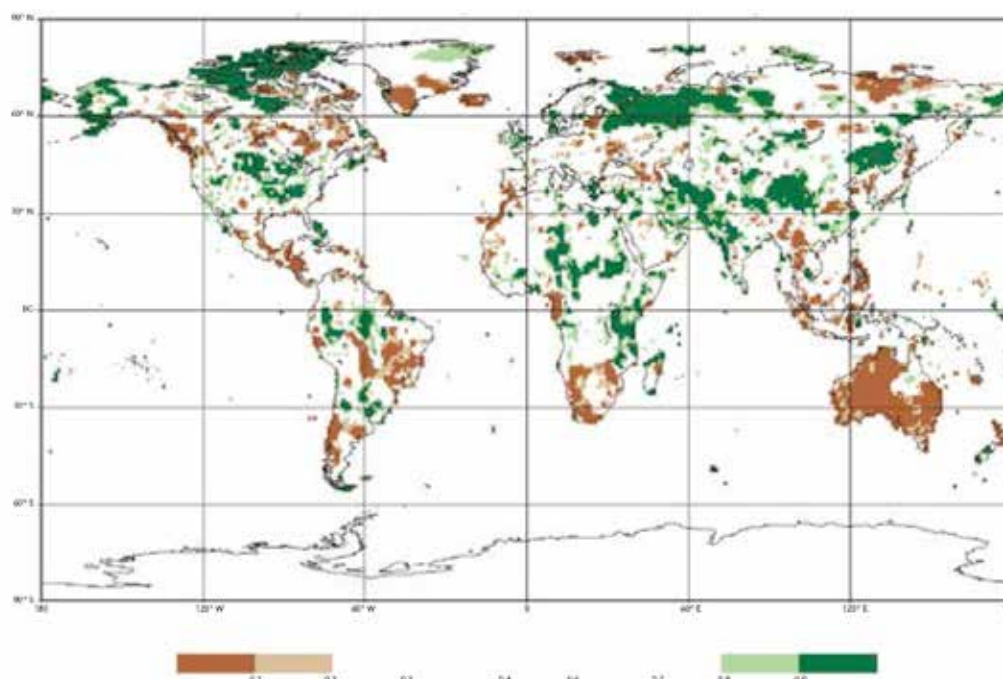
is based on five global temperature datasets cited in Figure 4.1: 2 in Europe (East Anglia University - HadCRUT, European Centre for Medium Range Weather Forecasts – ECMWF ERA5), 2 in the USA (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAAGlobalTemp i Goddard Institute for Space Studies - GISTEMP) and 1 in Asia (Japan Meteorological Agency – JMA). Four of the five putting 2019 in second place and one dataset placing it third warmest. The spread of the five estimates is between 1.05°C and 1.18°C.

Although the overall warmth of the year is clear, there were variations in temperature anomalies across the globe. Most land areas were warmer than the recent average (1981–2010, Figure 4.2). The year 2019 was among the top three warmest on record since at least 1950 over Africa. Other continental averages were among the three warmest,



Slika 4.2 Anomalije površinske temperature na Zemlji za 2019. godinu u odnosu na prosjek 1981. – 2010. (izvor: WMO, 2020; prema ECMWF-ERA5).

Figure 4.2 Surface-air temperature anomaly for 2019 with respect to the 1981–2010 average (Source: WMO, 2020; according to European Centre for Medium-range Weather Forecasts (ECMWF - ERA5 data)



Slika 4.3 Razdioba anomalija godišnje količine oborine za 2019. godinu, izraženih u percentilima referentnog razdoblja 1951. – 2010. Najsušnijih 20% područja označeno je smeđom bojom, a najvlažnijih 20% područja označeno je zelenom bojom dok se tamniji dio odnosi na 10% najsušnijih odnosno najvlažnijih područja. (izvor: WMO, 2020; prema Global Precipitation Climatology Centre – GPCC, Deutscher Wetterdienst - DWD, Germany)

Figure 4.3 Annual total precipitation in 2019, expressed as a percentile of the 1951–2010 reference period, for areas that would have been in the driest 20% (brown) and wettest 20% (green) of years during the reference period, with darker shades of brown and green indicating the driest and wettest 10%, respectively (Source: WMO, 2020; according to Global Precipitation Climatology Centre - GPCC, Deutscher Wetterdienst - DWD, Germany).

(gdje je godina bila najtoplija i najsušnija od kada postoje meteorološka mjerenja što je utjecalo na pojavu šumskih požara velikih razmjera), sjeveroistočna Azija i dijelovi Brazila koji je bio zahvaćen nezapamćenim šumskim požarima. Izvan područja Sjeverne Amerike ograničeno je kopneno područje s negativnim temperaturnim anomalijama za 2019. godinu.

4.2 Oborina

Na području Australije, Indonezije i okolnih zemalja neobično sušni uvjeti prevladavali su u 2019. godini u odnosu na višegodišnji prosjek 1951. – 2010. (slika 4.3). Također su bile ispodprosječne količine oborine u južnoj Africi, Srednjoj Americi i dijelovima Južne Amerike. Iznadprosječne količine oborine zabilježene su međutim u središnjem dijelu Sjedinjenih Američkih Država, sjevernoj Kanadi, sjevernoj Rusiji, jugozapadnoj Aziji, sjevernoj Kini i istočnoj Africi. Kao posljedica ekstremnih vrućina i suše, kao što je prethodno spomenuto, Australiju i Brazil su tijekom tamošnjeg toplijeg i sušnijeg dijela godine pogodili šumski požari ekstremnih razmjera.

4.3 Koncentracija ugljičnog dioksida

Na slici 4.4 prikazan je trend prosječne globalne koncentracije ugljičnog dioksida (CO₂), izražene u ppm (engl. parts per million). Nazubljenost trenda ukazuje

except the average for North America, which was nominally 14th warmest. The US State of Alaska was exceptionally warm. Areas of notable warmth for the year include large areas of the Arctic, central and eastern Europe, southern Africa, mainland southeast Asia, parts of Australia (where it was the warmest and the driest year on record), north-east Asia and parts of Brazil. Outside of North America, there were limited areas of below-average temperature over land.

4.2 Precipitation

For 2019 unusually dry conditions in relation to long-term means 1951–2010 were observed in Australia, western Indonesia and surrounding countries (Figure 4.3). Also, southern Africa, Central America and parts of South America received abnormally low precipitation amounts. Large areas with unusually high precipitation amounts were observed in the Central United States, Northern Canada, northern Russia, South-west Asia, northern China and eastern Africa. As cited earlier, Australia and Brazil were affected by extremely strong forest fires during their warmer and drier parts of the year.

4.3 Carbon dioxide concentration

na vegetacijsko razdoblje kada se koncentracija CO_2 u atmosferi smanjuje.

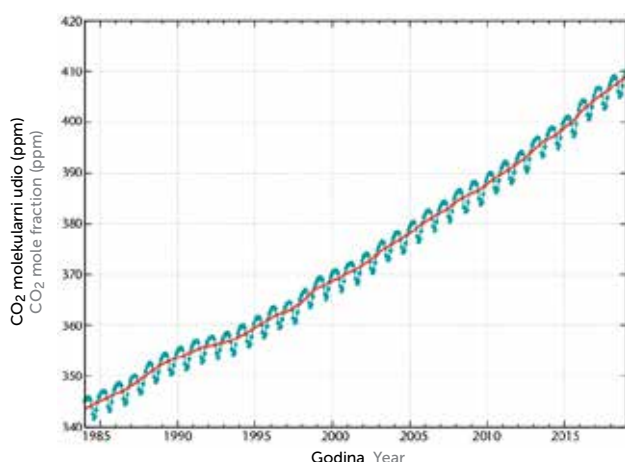
4.4 Porast morske razine

Za vrijeme 2019. godine srednja globalna morska razina nastavlja rasti (slika 4.5) dostižući maksimalnu vrijednost od početka mjerenja (siječnj 1993. godine) vrlo preciznim altimetrima. Prosječni rast morske razine je oko 3.24 mm/god za vrijeme 27-godišnjeg razdoblja, ali uz porast godišnje rasta s vremenom. Glavni uzrok ubrzanog rasta morske razine je topljenje kopnenih ledenjaka, a ustaljeni porast morske razine odnosi se na

A trend of global average concentration of carbon dioxide (CO_2), in parts per million, for the period 1984 to 2018, is represented in Figure 4.4. The curve toothed shape is a consequence of vegetative period when concentration of carbon dioxide decreasing.

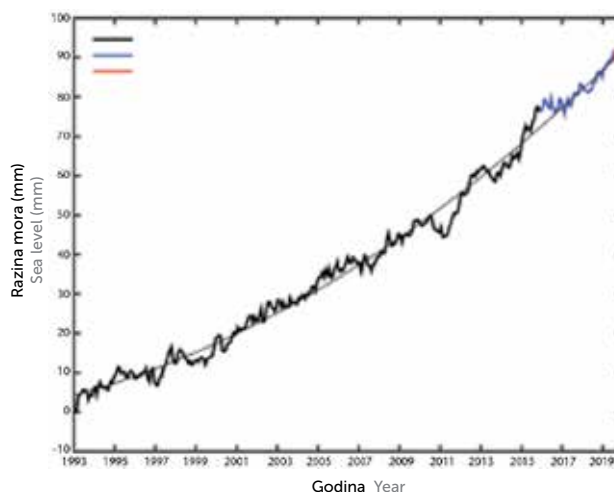
4.4 Sea level rise

In 2019, the sea level continued to rise (Figure 4.5), with the global mean sea level reaching its highest value since the beginning of the high-precision altimetry record (January 1993). The average rate of rise is estimated at 3.24



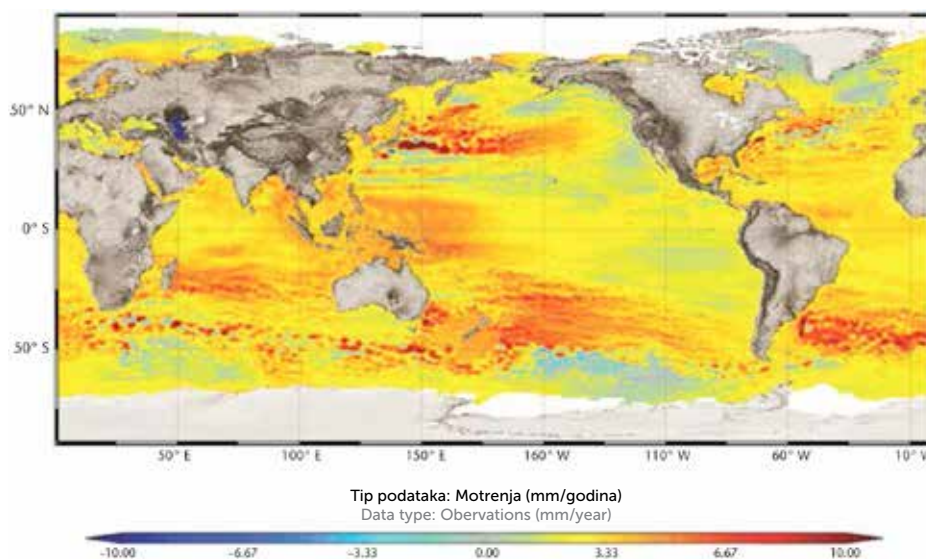
Slika 4.4 Globalni prosjek molekularnog udjela CO_2 u atmosferi (ppm) kao mjera koncentracije CO_2 u atmosferi od 1984. do 2019. godine (prema WMO, 2020).

Figure 4.4 Globally averaged mole fraction (measure of concentration), from 1984 to 2018, of CO_2 in parts per million (source: WMO, 2020).



Slika 4.5 Trend globalnog prosjeka morske razine od siječnja 1993. do prosinca 2019. godine dobiven preciznim altimetrima. Tanka crna krivulja je kvadratna funkcija koja se najbolje prilagođava podacima (prema WMO, 2020).

Figure 4.5 Global mean sea-level evolution for January 1993–December 2019, from high-precision altimetry. The thin black curve is a quadratic function that best fits the data (WMO; 2020).



Slika 4.6 Regionalna varijabilnost trenda razine mora za razdoblje siječanj 1993. – svibanj 2019. zasnovano na satelitskoj altimetrij (prema WMO, 2020).

Figure 4.6 Regional variability in sea-level trends January 1993–May 2019 based on satellite altimetry (WMO, 2020)

termičko širenje oceana zbog globalnog zagrijavanja (WMO, 2020).

Porast morske razine regionalno nije jednak. Slika 4.6 prikazuje razdiobu trenda morske razine u razdoblju od 1993. do 2019. godine. Najizraženiji regionalni trendovi su na južnoj hemisferi istočno od Madagaskara u Indijskom oceanu, istočno od Novog Zelanda u Tihom oceanu te istočno od Rio de la Plata/Južna Amerika u južnom Atlantiku. Na sjevernoj hemisferi ističe se izduženo područje povećanog trenda vidljivo na sjevernom Pacifiku.

4.5 Topljenje leda

Kriosfera uključuje čvrste oborine, snježni pokrivač, morski led, led na rijekama i jezerima, ledena kape, ledenjake, permafrost i sezonski zamrznuto zemljište. Iako kriosfera daje ključne indikatore klimatskih promjena ne posvećuje joj se dovoljno pažnje. Ipak, neki indikatori mjere se razmjerno dugo kao što je površina pod ledom. Ledena površina Arktika (slika 4.7) smanjuje se u svim mjesecima tijekom satelitske ere (1979. – sadašnjost) s relativno najvećim gubicima ledenih površina u kasnom ljetu, to jest u doba godišnjeg minimuma. Maksimum dnevnog ledenog pokrova je u ožujku. Arktički zimski maksimum površine dnevnog morskog leda (14.78 milijuna četvornih kilometara) 2019. godine je bio 13. ožujka, 7. po redu najniži maksimum od početka

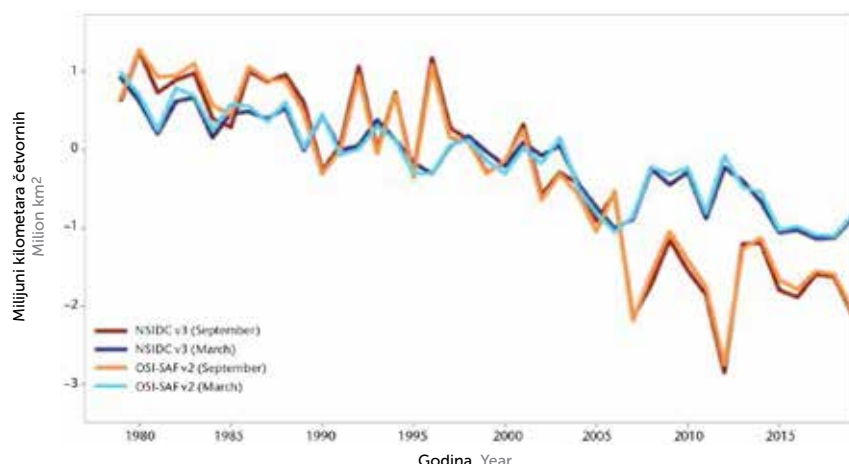
mm yr⁻¹ over the 27 year period, but the rate has increased over that time. A greater loss of ice mass from the ice sheets is the main cause of the accelerated rise in the global mean sea level on top of steady increases from the expansion of ocean waters driven by warming (WMO, 2020).

Sea-level rise is not regionally uniform. Figure 4.6 shows the spatial trend patterns from January 1993 to May 2019. The strongest regional trends in the southern hemisphere are east of Madagascar in the Indian Ocean, east of New Zealand in the Pacific Ocean, and east of Rio de la Plata/South America in the South Atlantic. In the northern hemisphere, an eastward, elongated pattern is also seen in the North Pacific.

4.5 Ice melting

The cryosphere includes solid precipitation, snow cover, sea ice, lake and river ice, glaciers, ice caps, ice sheets, permafrost and seasonally-frozen ground. The cryosphere provides key indicators of a changing climate, yet it is one of the most under-sampled domains of the Earth system. However, some cryosphere indicators have been observed rather long period.

Arctic (as well as sub-Arctic) sea ice has seen a long-term decline in all months during the satellite era (1979–present, Figure 4.7), with the largest relative losses in late



Slika 4.7 Anomalije površine morskog leda za rujan i ožujak u razdoblju 1979. – 2019. u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2010. (WMO, 2020).

Figure 4.7 Monthly September and March Arctic sea-ice extent anomalies (relative to the 1981 – 2010 average) for 1979 – 2019. (WMO, 2020).

mjerjenja isto kao i mjesečni prosjek za ožujak 2019. godine. Arktički ljetni dnevni minimum površine morskog leda (4.15 milijuna četvornih kilometara), koji se pojavio oko 18. rujna, zajedno s onima iz 2007. i 2016. predstavlja drugi najmanji minimum od početka mjerenja. Srednji mjesečni morski ledeni pokrov je bio 3. najmanji od početka satelitskog mjerenja.

summer, around the time of the annual minimum in September, with regional variations. The 2019 Arctic winter maximum daily sea ice extent (14.78 million square kilometres), reached around 13 March, was the 7th lowest maximum on record, the March monthly average was also the 7th lowest (Figure 4.7). The Arctic summer minimum daily sea-ice extent (4.15 million square kilometres), which occurred around 18 September, was tied with 2007 and 2016

4.6 Literatura

WMO, 2020: WMO statement on the state of the global climate in 2019.

as the second lowest on record. The September monthly average extent was nominally the 3rd lowest on record.

4.6 References

WMO, 2020: WMO statement on the state of the global climate in 2019.