



PRIKAZI br. 36

PRAĆENJE I OCJENA KLIME U 2024. GODINI



DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD
CROATIAN METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL SERVICE

www.meteo.hr

UDK 551.582
HS 97–0331

ISSN 1331–775X

PRIKAZI br. 36

PRAĆENJE I OCJENA KLIME U 2024. GODINI

Zagreb, rujan 2025.

Izdavač Državni hidrometeorološki zavod

Za izdavača dr. sc. Ivan Güttler

Urednice mr. sc. Melita Perčec Tadić
dr. sc. Tanja Likso

Grafičko-tehnički urednik Ivan Lukac

Suradnici dr. sc. Mislav Anić (pog. 5.4)
Ivana Havrle Kozarić (pog. 5.6)
Tomislava Hojsak (pog. 4)
dr. sc. Sara Ivasić (pog. 5.6)
Ela Kovačić (pog. 5.5)
Ena Kožul (pog. 5.3)
Josipa Kuzmić (pog. 5.3)
dr. sc. Tanja Likso (pog. 3 i 4)
Krunoslav Mikec (pog. 4 i 5.1)
dr. sc. Petra Mikuš Jurković (pog. 5.5)
dr. sc. Iris Odak (pog. 5.3)
Leonardo Patalen (pog. 5.2)
mr. sc. Melita Perčec Tadić (pog. 1.1 - 1.4)
Dunja Plačko-Vršnak (pog. 4)
mr. sc. Lidija Srnec (pog. 5.6)
Ana Starčević (pog. 5.2)
mr. sc. Kornelija Špoler Čanić (pog. 6)
Matea Štibuhar (pog. 5.5)
dr. sc. Tatjana Vujnović (pog. 5.7)

Lektorica za hrvatski jezik Martina Pavić

PREDGOVOR

Prema Izvješću Svjetske meteorološke organizacije (WMO) 2024. je bila prva kalendarska godina s temperaturama koje su premašile one iz predindustrijskog razdoblja za više od $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ s obzirom da je globalna srednja temperatura zraka bila za $1,55 \pm 0,13\text{ }^{\circ}\text{C}$ viša od prosjeka 1850. – 1900. Riječ je o najtoplijoj godini u povijesti motrenja dugoj 175 godina. U WMO-ovu izvješću također se navodi da je koncentracija ugljikova dioksida u atmosferi na najvišim razinama u posljednjih 800 000 godina. Globalno, svaka od proteklih 10 godina bila je među 10 najtoplijih godina u povijesti mjerenja. Tijekom svake od proteklih osam godina zabilježena je nova rekordno visoka razina topline oceana. Nadalje, 18 najmanjih površina arktičkog morskog leda u povijesti mjerenja zabilježeno je u posljednjih 18 godina. U protekle tri godine dogodio se najveći trogodišnji gubitak mase ledenjaka u povijesti mjerenja. Stopa podizanja razine mora udvostručila se od početka satelitskih mjerenja. Što se Europe tiče, 2024. godina bila je najtoplija godina otkad postoje sustavna mjerenja s rekordno visokim godišnjim temperaturama zraka gotovo na polovini kontinenta. Promjene temperature zraka utječu na zdravlje, poljodjelstvo, potrebe za energijom kao i razvojni ciklus drugih organizama. Diljem Europe povećava se broj dana s toplinskim stresom, dok se istodobno smanjuje broj dana sa stresom uvjetovanim hladnoćom. U 2024. 60 % Europe (izuzev Grenlanda i Svalbarda) zabilježilo je iznadprosječan broj dana s jakim toplinskim stresom kada je temperatura zraka dosegla $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ i više. Oborina je ključna komponenta vodnog ciklusa i bitna za život. U Europi je bio izražen oborinski kontrast istok – zapad. U zapadnoj Europi zabilježeni su široko rasprostranjeni uvjeti kišniji od prosjeka, a neka područja u pojasu od Španjolske i Italije do sjeverne Fenoskandije doživjela su najkišovitiju godinu od 1979. godine. Većina istočne Europe bila je sušnija od prosjeka, pri čemu su istočna Ukrajina i dijelovi jugozapadne Rusije imale najsušniju godinu u promatranom razdoblju. Oborina je utjecala i na stanje rijeka i jezera. U zapadnoj Europi bili su široko rasprostranjeni iznadprosječni riječni protoci. U nekim slivovima – primjerice Temze u Ujedinjenom Kraljevstvu i Loare u Francuskoj – zabilježeni su najveći protoci u posljednje 33 godine tijekom proljeća i jeseni. Europska jezera dosegla su 2024. godine najviše temperature otkad postoje mjerenja. Od lipnja do rujna razine vode u jezerima također su uvelike odražavale anomalije uočene na oborinskim podacima. Istočna Europa pokazala je snažan kontrast istok – zapad s ispodprosječnim vrijednostima na istoku i iznadprosječnim vrijednostima na zapadu.

Morski led pokriva između 25 % (rujan) i 75 % (ožujak) površine sjevernog Arktičkog kruga. Tijekom 2024. prostiranje arktičkog morskog leda bilo je relativno blizu prosjeka do lipnja, a zatim je bilo ispod prosjeka u sljedećim mjesecima. Godišnji minimum postignut je u rujnu i bio je peti najniži otkad postoje mjerenja. U 2024. u svim dijelovima Europe ledenjaci su imali neto gubitak leda. Ledenjaci u Svalbardu i Skandinaviji zabilježili su dosad najveću stopu gubitka mase ledenjaka. U većem dijelu regije zabilježen je manji broj dana sa snijegom od prosjeka. Godina 2024. bila je još jedna iznimna godina gubitka ledene mase u Alpama s ispodprosječnom

zimskom akumulacijom i jakim topljenjem tijekom ljeta. Svaka promjena mase leda pohranjenog na kopnu, primjerice kada ledene ploče i ledenjaci rastu ili se smanjuju, izravno utječe na globalnu srednju razinu mora. Od 1993. globalna srednja razina mora je porasla, a prosječna je stopa porasta $3,4\text{ mm} \pm 0,3\text{ mm}$ godišnje. Na regionalnoj razini u Europi na većini područja porast je oko $2 - 4\text{ mm}$ godišnje. Promjena srednje razine mora bitan je pokazatelj naše klime koja se stalno mijenja s obzirom na to da odražava i gubitak mase ledenih ploča i ledenjaka te toplinsko širenje vode zbog zagrijavanja oceana.

Temperatura površine mora može se koristiti za razumijevanje protoka energije između oceana i atmosfere, a time i uloge oceana u oblikovanju vremena i klime i obrnuto. Prosječna temperatura površine mora za Europu bila je najviša otkad postoje sustavna mjerenja. Sredozemno more zabilježilo je najvišu godišnju površinsku temperature mora, značajno premašivši dotadašnji rekord iz 2023. godine. Temperature površine mora koje su tijekom godine bile više od prosjeka povezane su s morskim toplinskim valovima ljeti. Morski toplinski valovi produljena su razdoblja ekstremno visokih temperatura u morima i oceanima koja mogu imati značajan i katkad razoran utjecaj na oceanske ekosustave i bioraznolikost, što može rezultirati socioekonomskim posljedicama. Dnevne vrijednosti površinske temperature mora osrednjene za cijelo Sredozemno more dosegle su najviše zabilježene vrijednosti sredinom kolovoza, $28,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 13. kolovoza.

Bila je to godina kontrasta diljem Europe s ekstremnim toplinskim valovima i velikim šumskim požarima uz pojavu poplava i suša. Europa se 2024. godine suočila s najraširenijim poplavama od 2013. godine, pri čemu je 30 % riječne mreže kontinenta bilo pogođeno značajnim poplavama. Klimatske promjene potaknute upotrebom fosilnih goriva nastavile su poticati obilne kiše i druge ekstremne vremenske uvjete. Poplave su usmratile najmanje 335 ljudi u Europi 2024., a pogodile su njih više od 410.000. Zapadna Europa bila je najteže pogođena, a 2024. je svrstana među deset najkišovitijih godina u regiji prema podacima koji sežu do 1950. godine. Oluje i poplave u Europi u 2024. godini prouzročile su štetu veću od 18 milijardi eura. Globalno gledano, 2024. bila je najtoplija godina na svijetu od početka mjerenja, kao i najtoplija za Europu – kontinent koji se najbrže zagrijava¹. Planet je sada oko $1,3^{\circ}\text{C}$ prosječno topliji nego u predindustrijsko doba, uglavnom zbog klimatskih promjena koje je prouzročio čovjek. Ohrabruje činjenica da su obnovljivi izvori energije (Sunce, vjetar, hidroenergija) proizveli rekordnih 45 % električne energije u Europi 2024., dok većina europskih gradova ima planove za bolju prilagodbu klimatskim promjenama. Vremenski ekstremi zabilježeni su diljem starog kontinenta. Jugoistočna Europa imala je najdulji zabilježeni toplinski val koji je trajao ukupno 13 dana, dok su se skandinavski ledenjaci smanjivali s najvećim zabilježenim stopama, a toplinski stres se povećao diljem kontinenta. Veći dio istočne Europe bio je pogođen nedostatkom kiše i sušom, dok su poplave poharale zapadnu Europu. Razorne poplave u Valenciji krajem listopada uzrokovale su većinu izgubljenih života i ekonomskih šteta uzrokovanih poplavama, a u

¹ <https://zelenahrtska.hina.hr/klimatske-promjene/europa-kontinent-koji-se-zagrijava-najbrze-na-svijetu/>

ovoj katastrofalnoj poplavi poginule su 232 osobe. Oluja Boris u rujnu je donijela najviše kiše dosad zabilježene u srednjoj Europi, a među najpogođenijim zemljama bile su Austrija, Češka, Njemačka i Slovačka. U noći s 3. na 4. listopada 2024. jug Bosne i Hercegovine pogodile su poplave prouzročene nevremenom koje je nastalo iznad Jadranskog mora. Tijekom noći poplavljeno je nekoliko gradova u srednjoj Bosni i Hercegovini (većinom Fojnica, Jablanica, Kiseljak, Kreševo, Konjic, Visoko i susjedna područja). Određeni broj gradova s okolnim selima postao je nepristupačan jer su putevi, mostovi i željeznice bili blokirani poplavnim vodama i klizištima. Dvadeset sedam ljudi smrtno je stradalo u bujicama i odronima.

Godina 2024. bila je ekstremno topla na 100 % teritorija Republike Hrvatske. Oborinske prilike bile su normalne na 92,1 % teritorija, na 5,8 % teritorija bilo je kišno, a na 2,1 % sušno.

Na području Hrvatske 2024. godinu obilježile su i ekstremne vremenske prilike. Grmljavinsko nevrijeme praćeno jakim kišom u noći s 24. na 25. veljače 2024. pogodilo je dolinu Neretve, a posebno grad Metković. Nevrijeme je izazvalo plavljenje objekata. U nekoliko navrata ponegdje je padala tuča i oštetila usjeve u Dubrovačko-neretvanskoj županiji. Dana 26. veljače 2024. na klimatološkoj meteorološkoj postaji Metković izmjerena je rekordna dnevna količina oborine za veljaču koja je iznosila 130,0 mm i premašila dotadašnji rekord za veljaču (90,0 mm 13. veljače 2013.). Na postaji Opuzen dnevna količina oborine izmjerena 26. veljače 2024. iznosila je 127,0 mm i bila je blizu maksimalne vrijednosti dnevne količine oborine u raspoloživom nizu postaje Opuzen (127,6 mm 13. veljače 2013.). Dana 11. ožujka 2024. poplavljeni su gotovo svi dijelovi Zadra i okolice. Velika količina kiše izazvala je kaotičnu situaciju na zadarskim prometnicama. Ceste su bile poplavljene, a neki vozači zapeli su u dubokim lokvama vode. Dnevna količina oborine izmjerena na glavnoj meteorološkoj postaji (GMP) Zadar 11. ožujka 2024. iznosila je 163,6 mm i premašila dotadašnji rekord od 67,1 mm za ožujak (22. ožujka 1985.). Dana 3. lipnja 2024. grmljavinsko nevrijeme praćeno obilnom kišom pogodilo je dijelove sedam hrvatskih županija. Zbog obilne kiše mjesto Rasinja kod Koprivnice bilo je jedan metar pod vodom, a na istoku zemlje, oko Tovarnika, Iloka i Županje zabilježena je pojava tuče veličine lješnjaka. Nevrijeme je izazvalo poplavljanje prometnica i podruma obiteljskih kuća.

Stabla su padala na dalekovode, zbog čega je prekinuta opskrba električnom energijom. U raščišćavanju zahvaćenog područja sudjelovali su vatrogasci i pripadnici drugih žurnih službi.

Tijekom ljetne sezone 2024. godinu obilježilo je šest toplinskih valova, o čemu detalje donosi poglavlje 5 ove publikacije. Prema medijskim izvješćima grmljavinsko nevrijeme praćeno tučom i olujnim vjetrom te obilnom kišom 1. srpnja je u kratkom vremenu zahvatilo kontinentalni dio Hrvatske i izazvalo velike štete na usjevima i stambenim objektima, srećom bez ljudskih žrtava. Nevrijeme je pogodilo područje nekoliko županija i oštetilo električnu infrastrukturu, krovove kuća i automobile te poplavilo dvorišta i kuće. Jako nevrijeme s obilnom kišom i bujičnim poplavama 9. rujna pogodilo je dijelove Dubrovačko-neretvanske županije. Zbog velike količine oborine u Dubrovniku su poplavljene gotovo sve ulice u gradu. Na Jadranskoj magistrali bilo je i odrona. Sljedećeg dana na GMP Dubrovnik izmjerena dnevna količina oborine iznosila je 137,4 mm, no iako je riječ o velikoj dnevnoj količini oborine, ipak nije premašila rekordnu rujansku vrijednost iz 2014. godine. Grmljavinsko nevrijeme 5. listopada pogodilo je dio Splitsko-dalmatinske županije. U poslijepodnevnim satima Podgoru je zahvatilo jako nevrijeme u kojem je u nešto više od sat vremena palo čak 140 mm oborine. Poplavljene su ulice, dvorišta, podrumi, šetnice i lokalna škola. Grmljavinsko nevrijeme izazvalo je poremećaj u opskrbi električnom energijom, a bez struje je ostalo oko 3000 korisnika na području od istočnog dijela Podgore do Drvenika. Vatrogasci i komunalne službe sanirali su posljedice nevremena. U nevremenu srećom nije bilo ozlijeđenih. Dnevna količina oborine izmjerena 6. listopada na kišomjernoj postaji Podgora iznosila je 163,4 mm. Riječ je o novoj rekordnoj dnevnoj količini oborine za listopad s obzirom na to da je premašila dotadašnji listopadski rekord postaje Podgora iz 1961. godine (140,2 mm 8. listopada 1961.).

Zatvarajući predgovor i pregled vremenskih i klimatskih događaja u 2024. u Europi i Hrvatskoj, naglašavamo ulogu DHMZ-a u monitoringu stanja atmosfere, klime i voda te jačanje naših napora u prilagodbi Hrvatske na klimatska kolebanja i klimatske promjene. Želim zahvaliti svim motriteljicama i motriteljima na kišomjerenim, klimatološkim i glavnim meteorološkim postajama te svim kolegicama i kolegama uključenim u održavanje motriteljskog sustava, prikupljanje, obradu, kontrolu i analizu podataka.

dr. sc. Ivan Güttler

SADRŽAJ

1.	PRAĆENJE KLIME U HRVATSKOJ	
	mr. sc. Melita Perčec Tadić	9
1.1	Kartografski prikaz mjesečnih, sezonskih i godišnjih klasa anomalija temperature zraka i količine oborine za 2024.	11
1.2	Ocjena temperaturnih i oborinskih prilika za 2024.	20
1.3	Ekstremna klimatska razdoblja u 2024.	22
1.4	Rangovi temperature zraka i oborine u 2024.	22
2.	ANALIZA SREDNJEG MJESEČNOG VISINSKOG STRUJANJA IZNAD HRVATSKE U 2024.	
	Dunja Plačko-Vršnak, Tomislava Hojsak, Krunoslav Mikec	35
3.	ANALIZA RANGOVA I TRENDOVA SREDNJIH GODIŠNJIH TEMPERATURA ZRAKA I GODIŠNJIH KOLIČINA OBORINE ZA POSTAJE ZAGREB-MAKSIMIR I SPLIT-MARJAN U 2024.	
	dr. sc. Tanja Likso	40
4.	ANALIZA DNEVNIH ANOMALIJA TEMPERATURE ZRAKA I KOLIČINE OBORINE ZA POSTAJE ZAGREB-MAKSIMIR I SPLIT-MARJAN U 2024.	
	dr. sc. Tanja Likso	43
5.	IZVANREDNI METEOROLOŠKI DOGAĐAJI U HRVATSKOJ U 2024.	45
5.1	Sažetak izvanrednih događaja	
	Krunoslav Mikec	45
5.2	Oborinske prilike u ožujku 2024.	
	Ana Starčević, Leonardo Patalen	46
5.3	Nagla promjena vremena uz olujni vjetar 16. travnja 2024.: snijeg u Zagorju, ljetu u Šibeniku	
	Ena Kožul, Josipa Kuzmić, dr. sc. Iris Odak	48
5.4	Mraz u središnjoj i istočnoj Hrvatskoj u travnju 2024.	
	dr. sc. Mislav Anić	52
5.5	Oluja s tučom 13. srpnja. 2024. na sjeverozapadu Hrvatske	
	Matea Štibuhar, Ela Kovačić, dr. sc. Petra Mikuš Jurković	56
5.6	Analiza toplinskih valova koji mogu djelovati na zdravlje tijekom ljeta 2024.	
	dr. sc. Sara Ivasić, Ivana Havrle Kozarić, mr. sc. Lidija Srnec	60
5.7	Dunav u Batini više od mjesec dana u mjerama obrane od poplava (17. rujna 2024. – 22. listopada 2024.)	
	dr. sc. Tatjana Vujnović	63
6.	OCJENA KLIME NA GLOBALNOJ LJESTVICI ZA 2024.	
	(sažetak prema <i>WMO Provisional State of the Global Climate 2025</i>)	
	mr. sc. Kornelija Špoler Čanić	66

1. PRAĆENJE KLIME U HRVATSKOJ

Melita Perčec Tadić

U okviru mreže meteoroloških postaja u Hrvatskoj djeluje sustav za praćenje klime temeljen na svakodnevnom prikupljanju klimatoloških podataka (termini 7, 14 i 21 h) s 30 glavnih meteoroloških postaja (slika 1.1).

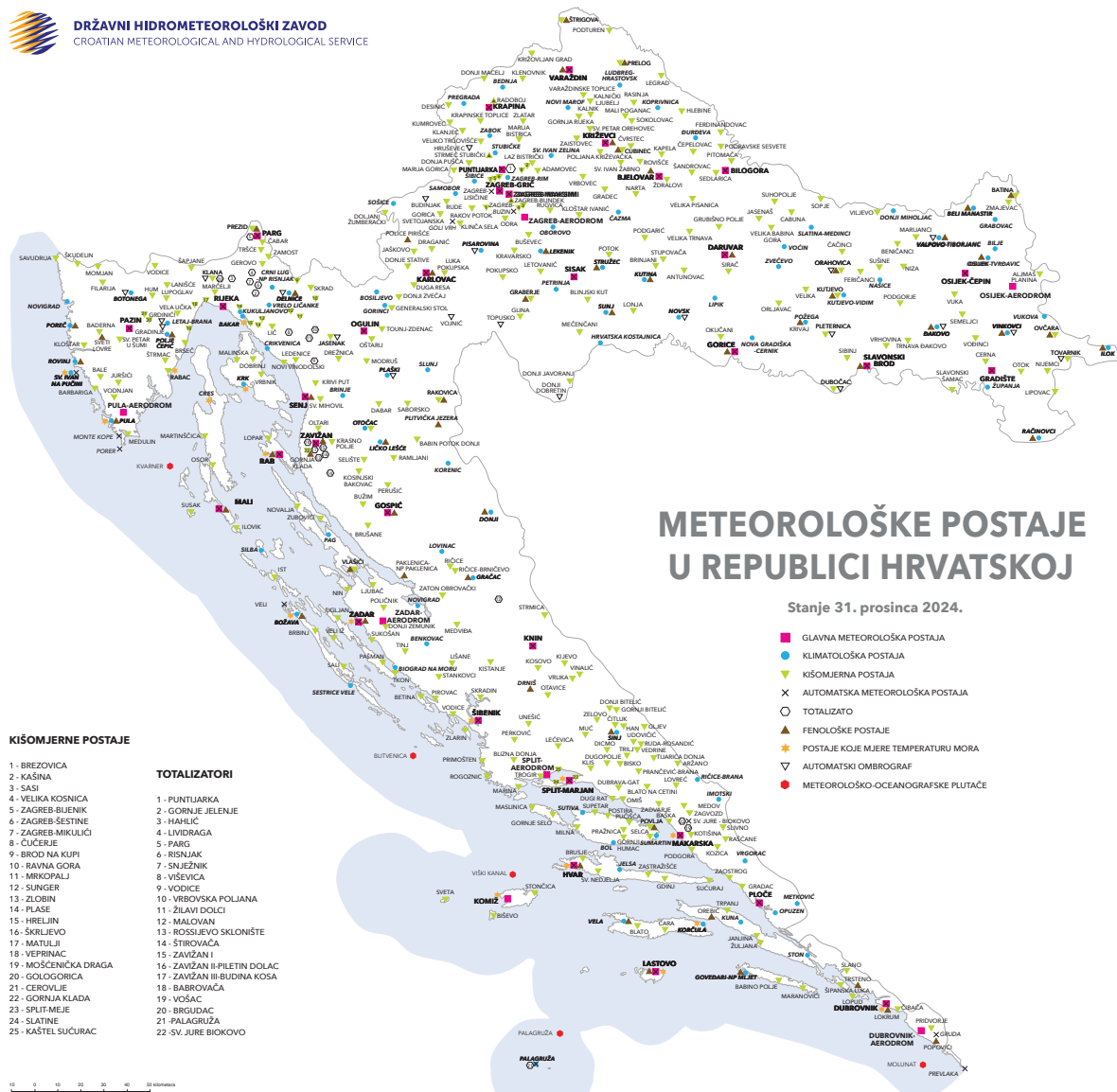
Operativni sustav praćenja klime u Hrvatskoj ima sljedeće sastavnice:

- meteorološka motrenja (opažanja i mjerenja) na 30 glavnih meteoroloških postaja
- dnevno slanje podataka obavlja dežurni motritelj pomoću programa za unos podataka najkasnije do 8 UTC za podatke 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 određenog mjeseca s višegodišnjim prosjekom za razdoblje 1991. – 2020.
- 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-a² i na službenom X profilu³.

² <http://meteo.hr/klima.php>

³ @DHMZ_HR



Slika 1.1. Mreža meteoroloških postaja u Hrvatskoj

Za klimatsku ocjenu primjenjuje se klasifikacijska skala s granicama određenim prema vrijednostima 2., 9., 25., 75., 91. i 98. percentila dobivenih iz teorijskih razdioba koje na najbolji način aproksimiraju osnovna obilježja svih podataka referentnog razdoblja (tablica 1.1).

Za ocjenu temperaturnih prilika upotrijebljena je aproksimacija podataka temperature normalnom razdiobom, a za ocjenu oborinskih prilika primijenjena je normalna razdioba drugim korijenom (Cindrić i sur. 2019). Na osnovi tako dobivenih razdioba svakoj izmjerenoj vrijednosti može se pridružiti odgovarajuća teorijska kumulativna čestina ili percentil koji možemo interpretirati kao rang (ili redni broj mjesta) koji bi ta vrijednost imala u hipotetskom nizu od sto vrijednosti skupa koje ta razdioba opisuje. Percentilom P može se procijeniti povratni period T (izražen u godinama) iz relacije:

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

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

Primjerice, 98. percentil upućuje na onu vrijednost koja je u višegodišnjem razdoblju premašena u 2 % slučajeva i može se očekivati prosječno jednom u 50 godina.

Osim prikaza percentila na lokacijama meteoroloških postaja važno je procijeniti vrijednosti na cijelom teritoriju, pa i na lokacijama na kojima nema mjerenja. Procjena percentila na lokaciji na kojoj nema mjerenja računa se kao otežani srednjak percentila okolnih postaja. Utjecaj percentila pojedine postaje definiran je težinskim faktorima, koji su u pravilu slabiji što je veća udaljenost mjerenja od lokacije za koju se izrađuje procjena. Kao i kod svake druge statističke metode procjene mogu

biti izvan raspona vrijednosti mjerenja, što se katkad opaža na kartama, posebno kada je na pojedinoj postaji percentil vrlo blizu granične vrijednosti pojedine klase, a procjena može biti neznatno niža ili viša, čime ulazi u nižu ili višu klasu. Karte su izrađene kao rasteri prostorne rezolucije od jednog kilometra, a dopunjene su granicama županija (Državna geodetska uprava) i mjerilom.

Na kartama anomalija postaje su označene simbolom u boji klase anomalije kojoj pripada određena temperatura ili količina oborine. Pokraj simbola nalazi se ime postaje i dvije brojčane vrijednosti.

Gornji broj označava odstupanje meteorološkog elementa od višegodišnjeg prosjeka: za temperaturu zraka izraženo u Celzijevim stupnjevima (°C) te za količinu oborine u postocima (%) višegodišnjeg prosjeka. Primjerice, u klasi normalno mogu se pojaviti pozitivna (> 0 °C) ili negativna (< 0 °C) odstupanja temperature zraka od prosjeka ili odstupanja količine oborine iznad prosjeka (> 100 %) ili ispod prosjeka (< 100 %). Donji broj uz postaju na kartama označava percentil prema kojem se postaja svrstava u odgovarajuću klasu.

Rang meteorološke veličine poredak je te veličine u silaznom ili uzlaznom slijedu. Poredaju li se srednje temperature zraka uzlazno ili silazno, dobivaju se rangovi počevši od najhladnijeg ili najtoplijeg mjeseca, sezone ili godine. Poredaju li se količine oborine uzlazno ili silazno, dobivaju se rangovi od najsušnijeg ili najvlažnijeg mjeseca, sezone ili godine. Rang koji promatrana vrijednost ima u skupu svih višegodišnjih vrijednosti mjerenja omogućuje uvid u to je li ta vrijednost uobičajena ili označuje rijedak događaj. U poglavlju 1 detaljno ćemo opisati rangove za one mjesece odnosno sezone za koje je na većini postaja neki rang manji ili jednak pet, odnosno promatrano je razdoblje među pet najhladnijih, naj-

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

klase anomalija temperature zraka	percentili
ekstremno hladno	< 2
vrlo hladno	2 – 9
hladno	9 – 25
normalno	25 – 75
toplo	75 – 91
vrlo toplo	91 – 98
ekstremno toplo	> 98

klase anomalija količine oborine	percentili
ekstremno sušno	< 2
vrlo sušno	2 – 9
sušno	9 – 25
normalno	25 – 75
kišno	75 – 91
vrlo kišno	91 – 98
ekstremno kišno	> 98

toplijih ili po količini oborine među pet najsušnijih ili najvlažnijih u nizu podataka od 1961. do analizirane godine. Rangovi godišnjih temperatura zraka i količina oborine prikazuju se u ocjeni svake godine počevši s 2021.

U poglavlju 3 rangovi su analizirani za meteorološke postaje Zagreb-Maksimir i Split-Marjan za kompletnu duljinu povijesnih nizova na tim postajama pa se mogu razlikovati od analize na kraćim vremenskim nizovima u poglavlju 1.

Ondje su prikazane i dnevne temperature zraka analizirane godine uz srednje vrijednosti dnevnih temperatura zraka za razdoblje počevši od 1926. godine za Zagreb-Maksimir, odnosno 1948. za Split-Marjan do završno, godine koja prethodi godini analize. Ocjena izuzetnosti srednjih dnevnih temperatura zraka za svaki mjesec u godini temelji se na Chapmanovu kriteriju uz pretpostavku da se srednje dnevne temperature zraka za pojedini datum pokoravaju Gaussovoj razdiobi (Penzar i Makjanić, 1980.). Prema Chapmanovu kriteriju izvanredno toplim smatra se dan u kojem pozitivna anomalija srednje dnevne temperature zraka premaši dvije standardne devijacije, dok se izvanredno hladnim smatra dan u kojem negativna anomalija premaši dvije standardne devijacije. Vjerojatnost pojave izvanredno toplih odnosno izvanredno hladnih dana jest oko 2 %, to jest takvi događaji pojavljuju se u prosjeku dva puta u razdoblju od 100 godina.

Literatura

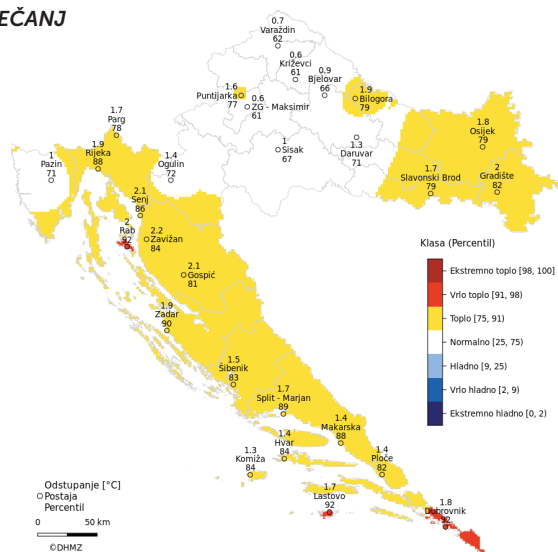
Cindrić, K., Juras, J., Pasarić, Z. (2019) On precipitation monitoring with theoretical statistical distributions. *Theor Appl Climatol* 136, 145–156. <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2477-6>

Penzar, B., Makjanić, B. (1980) Osnovna statistička obrada podataka u klimatologiji. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

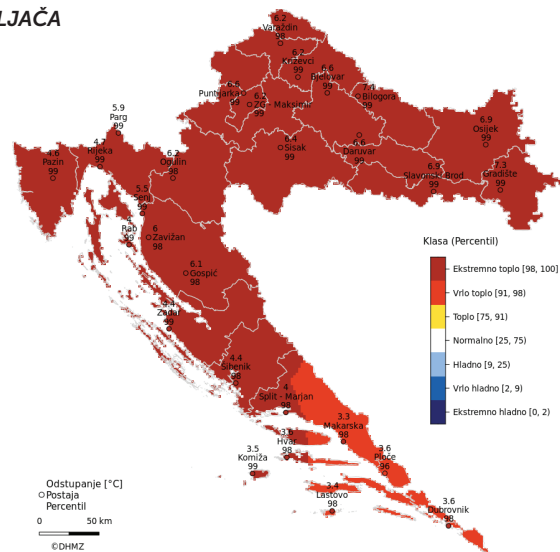
1.1 Kartografski prikaz mjesečnih, sezonskih i godišnjih klasa anomalija temperature zraka i količine oborine za 2024.

Mjesečne, sezonske i godišnje karte sadržavaju brojčane vrijednosti anomalija i percentila na meteorološkim postajama, dok su simboli na lokacijama meteoroloških postaja u boji koja odgovara klasi anomalije kojoj pripada izmjerena temperatura ili količina oborine. Anomalije temperature izražene su u °C, a anomalije količine oborine u postotcima višegodišnjeg prosjeka za odabrano referentno razdoblje 1991. – 2020. Na karti su bojama prikazane klase anomalija interpolirane prema vrijednostima klasa na meteorološkim postajama

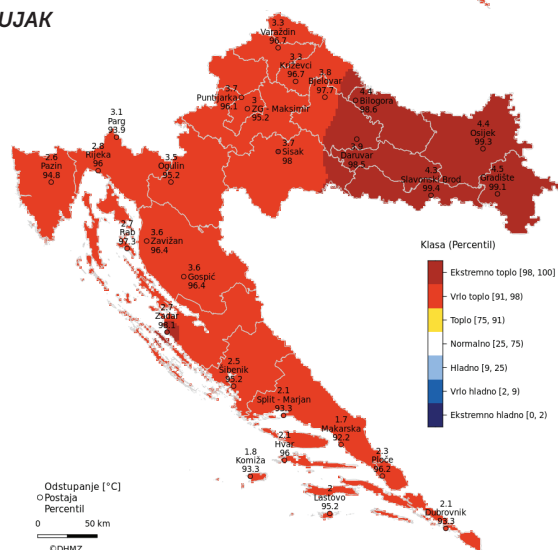
SIJEČANJ



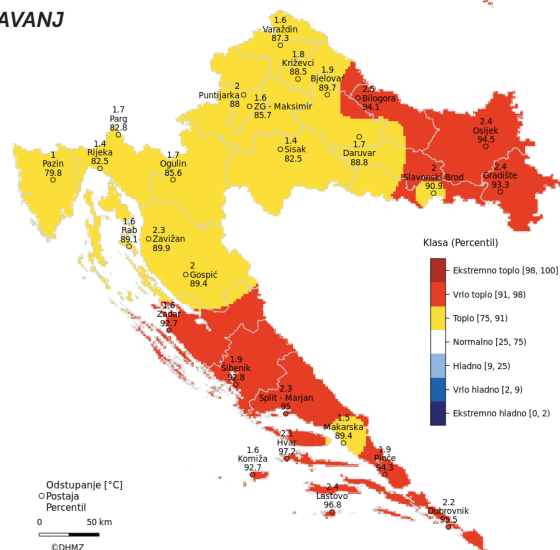
VELJAČA



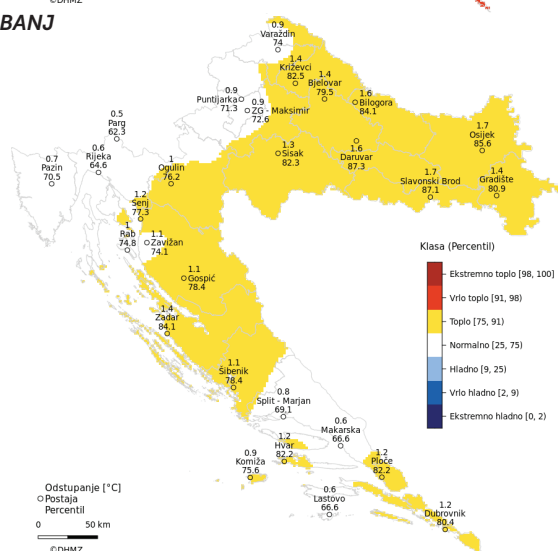
OŽUJAK



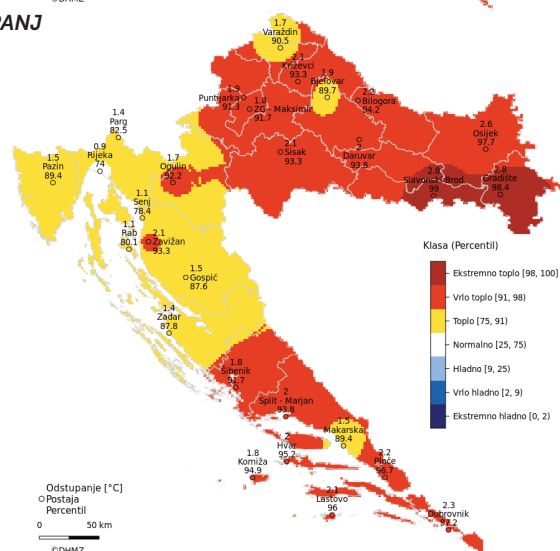
TRAVANJ



SVIBANJ



LIPANJ



ekstremno hladno

vrlo hladno

hladno

normalno

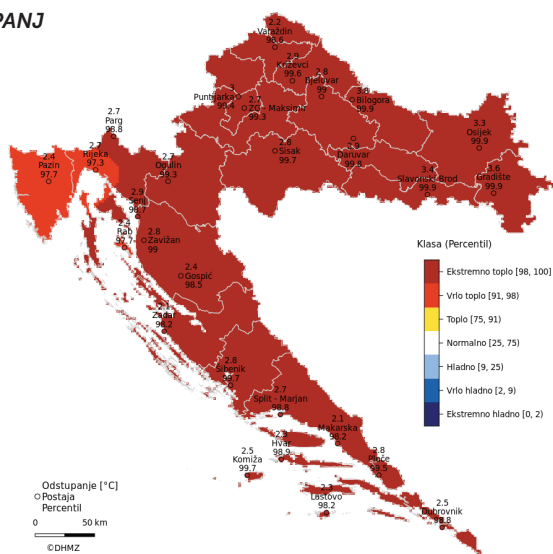
toplo

vrlo toplo

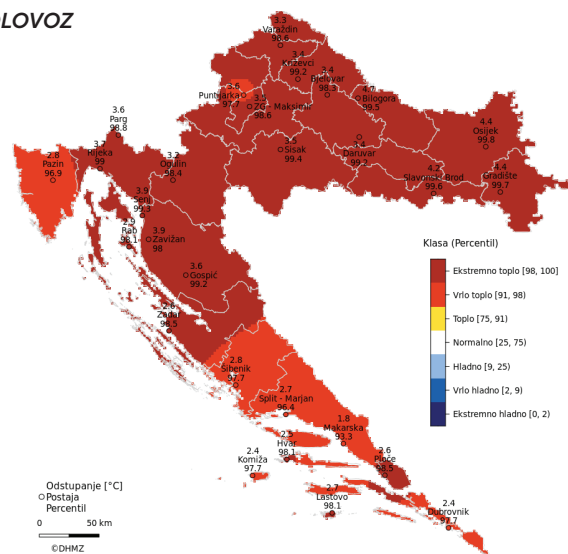
ekstremno toplo

Slika 1.1.1.a Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1991. — 2020. godina za Hrvatsku za 2024. godinu.

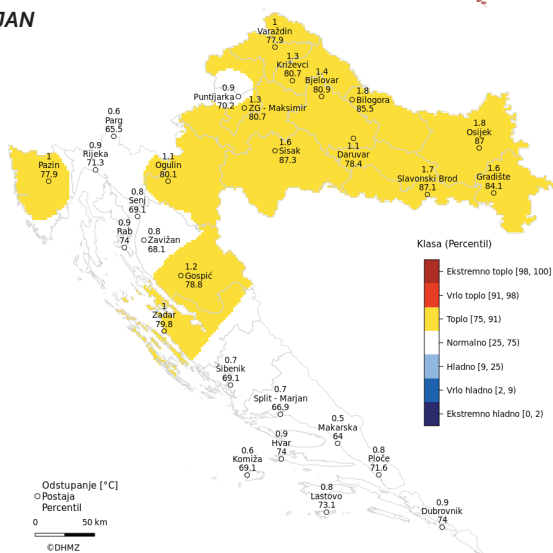
SRPANJ



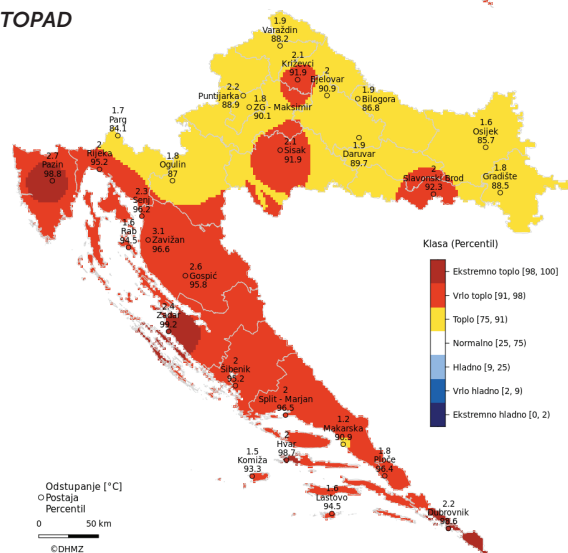
KOLOVOZ



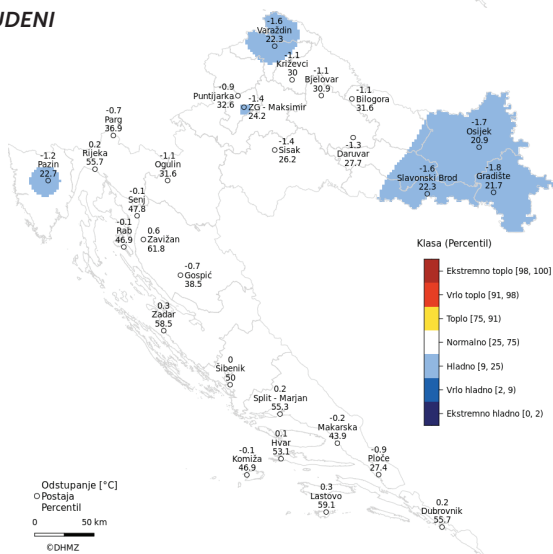
RUJAN



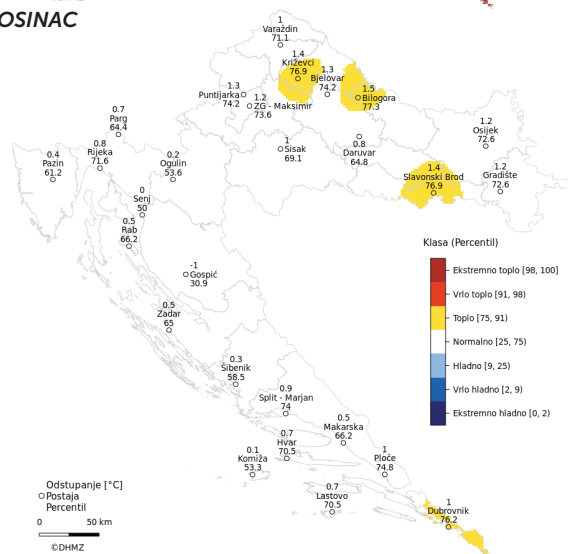
LISTOPAD



STUDENI



PROSINAC



ekstremno hladno

vrlo hladno

hladno

normalno

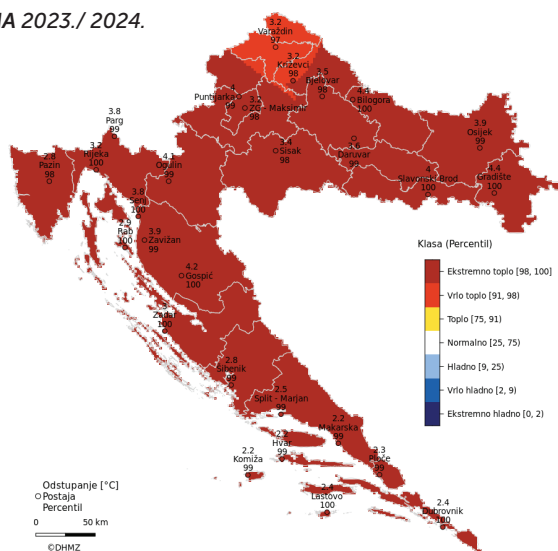
toplo

vrlo toplo

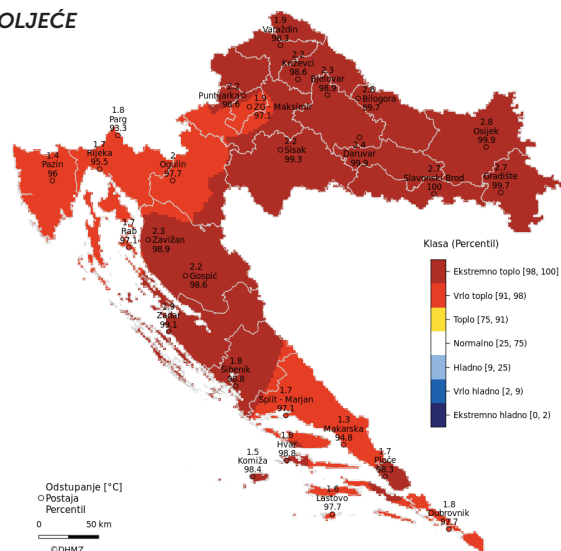
ekstremno toplo

Slika 1.1.1.b Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1991. — 2020. godina za Hrvatsku za 2024. godinu.

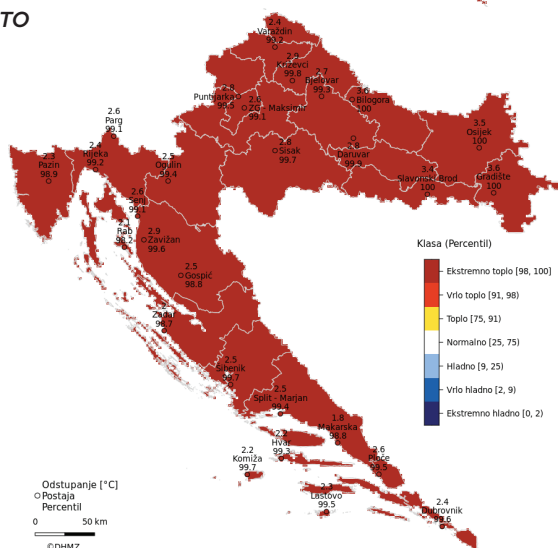
ZIMA 2023./ 2024.



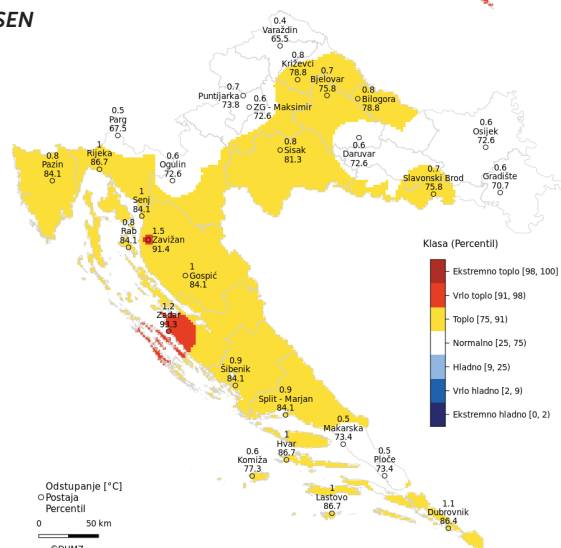
PROLJEĆE



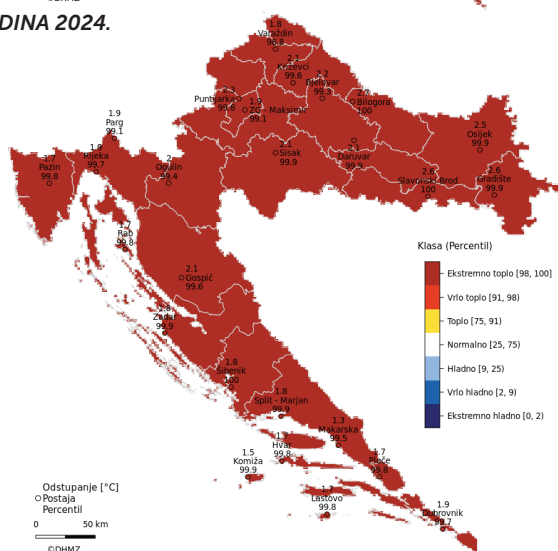
LJETO



JESEN



GODINA 2024.



ekstremno hladno

vrlo hladno

hladno

normalno

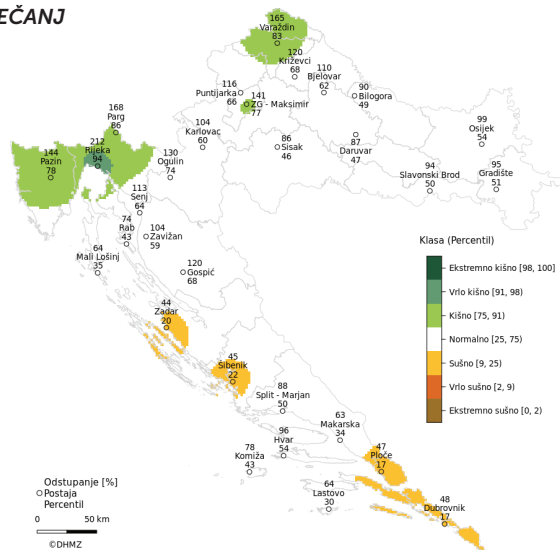
toplo

vrlo toplo

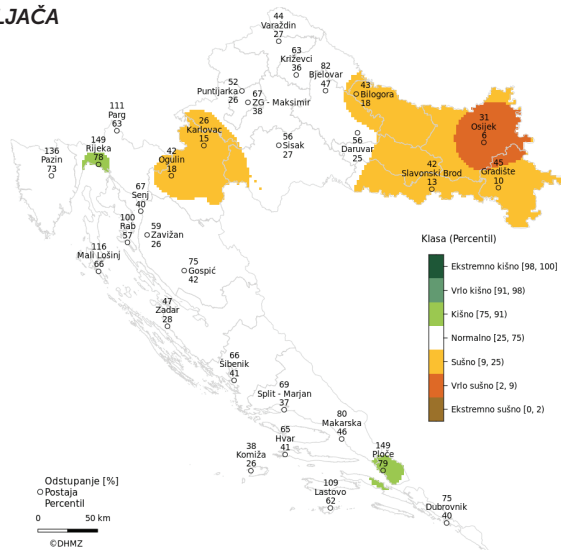
ekstremno toplo

Slika 1.1.2. Odstupanje srednje sezonske i godišnje temperature zraka (°C) od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1991. – 2020. godina za Hrvatsku za 2024. godinu.

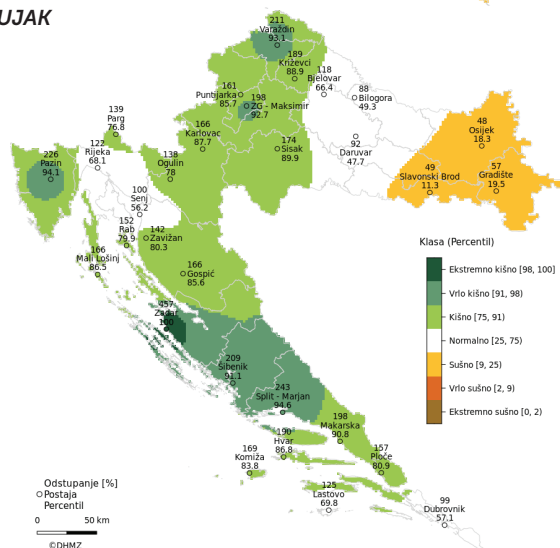
SIJEČANJ



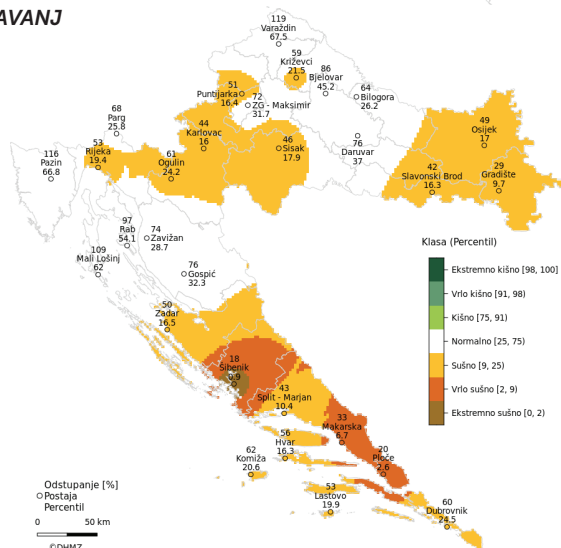
VELJAČA



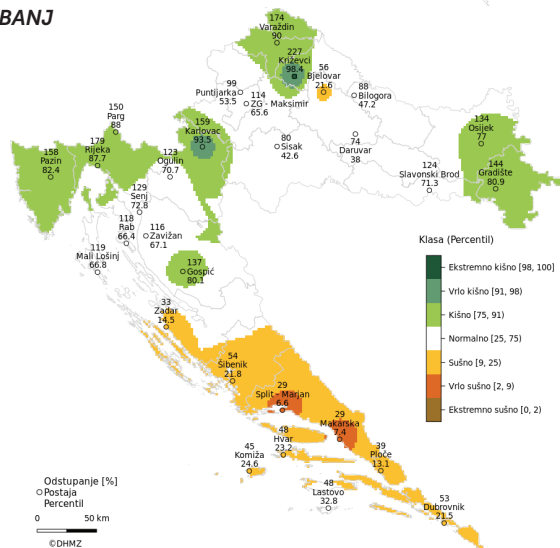
OŽUJAK



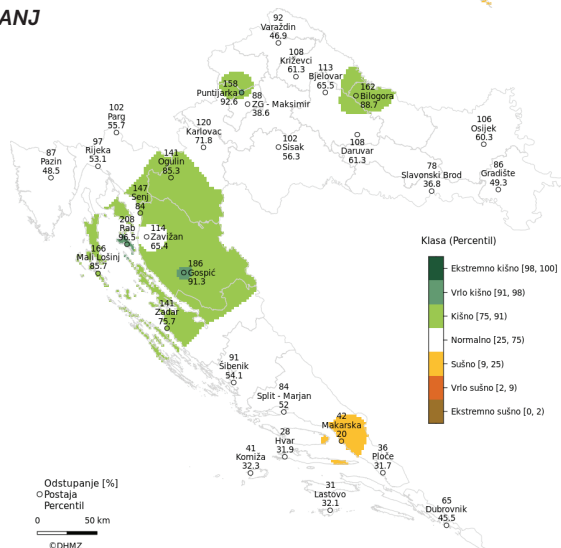
TRAVANJ



SVIBANJ



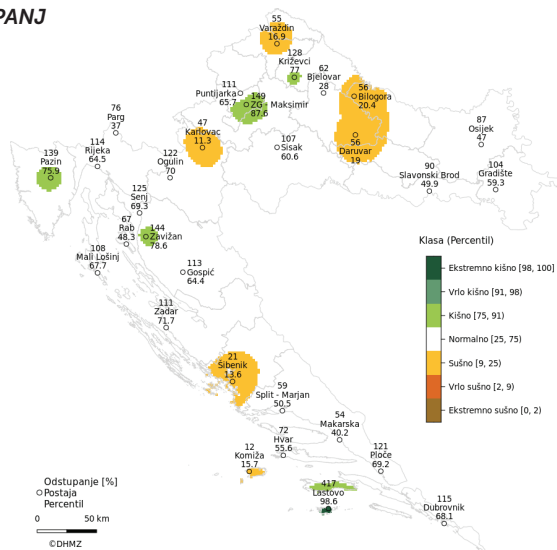
LIPANJ



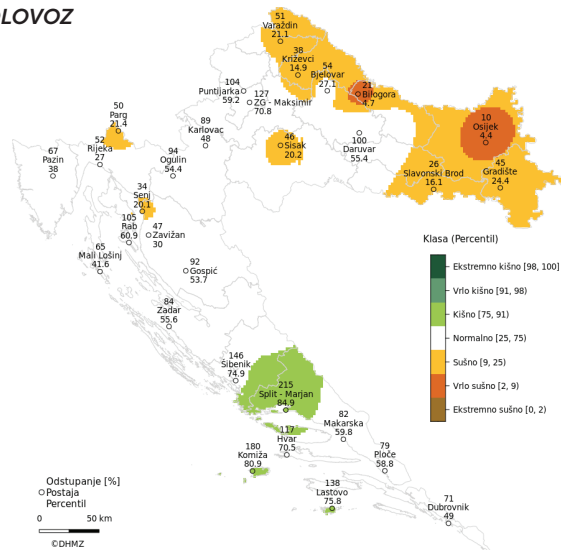
ekstremno sušno vrlo sušno sušno normalno kišno vrlo kišno ekstremno kišno

Slika 1.1.3.a Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1991. – 2020. godina za Hrvatsku za 2024. godinu.

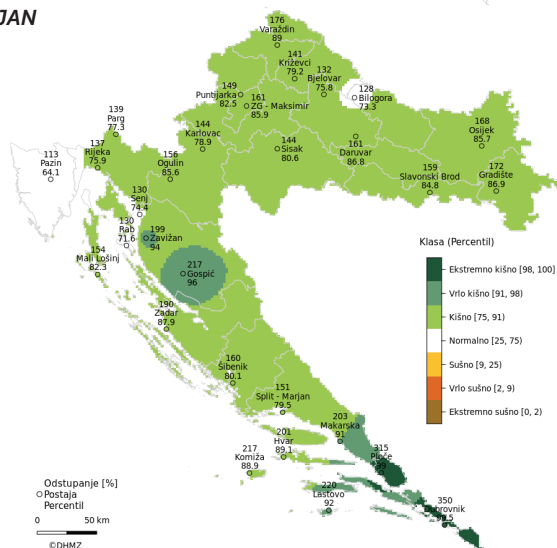
SRPANJ



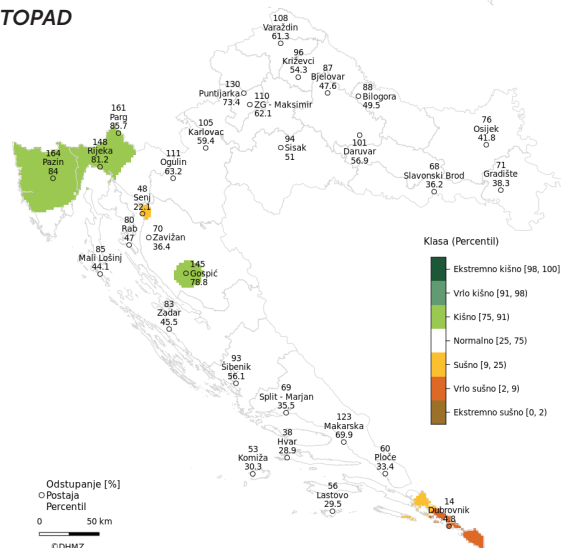
KOLOVOZ



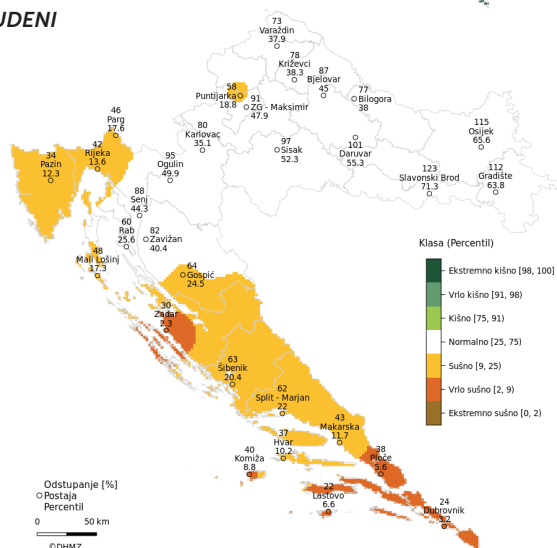
RUJAN



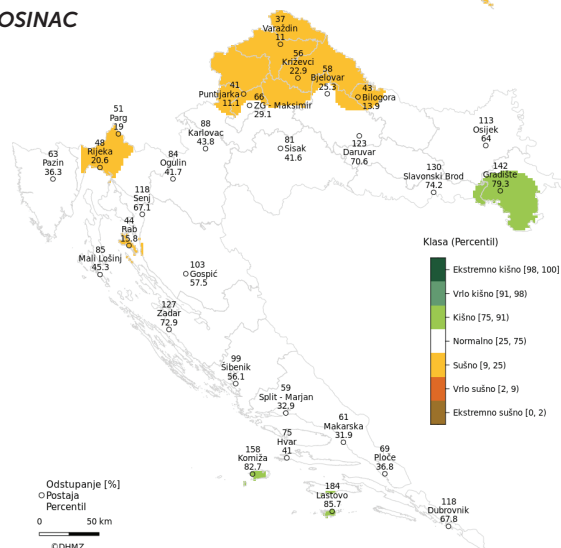
LISTOPAD



STUDENI



PROSINAC



ekstremno sušno

vrlo sušno

sušno

normalno

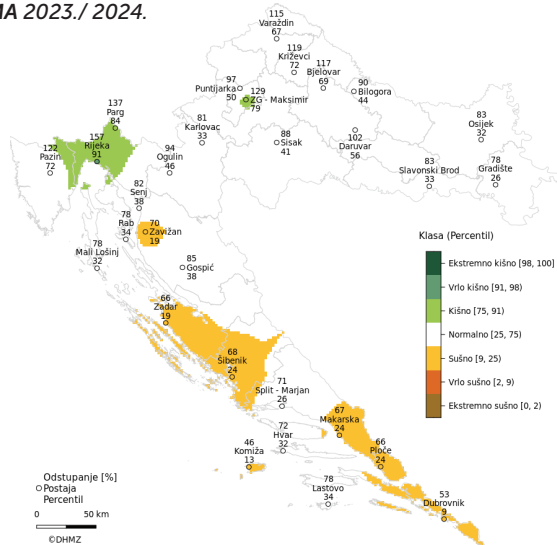
kišno

vrlo kišno

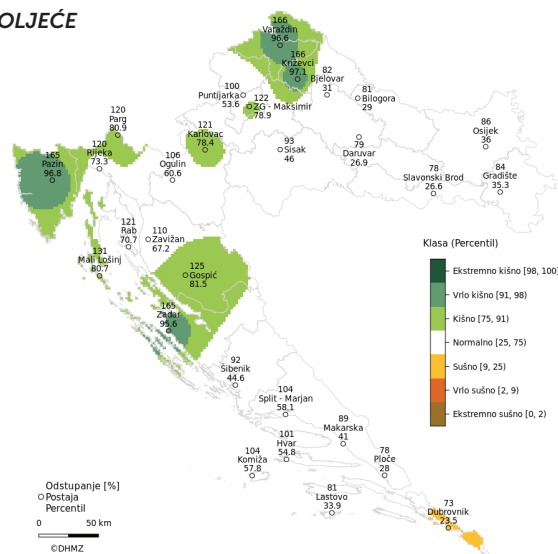
ekstremno kišno

Slika 1.1.3.b Mjesečne količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1991. – 2020. godina za Hrvatsku za 2024. godinu.

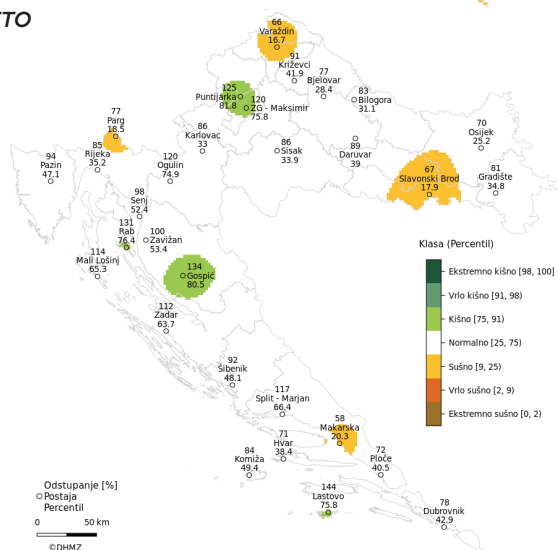
ZIMA 2023./ 2024.



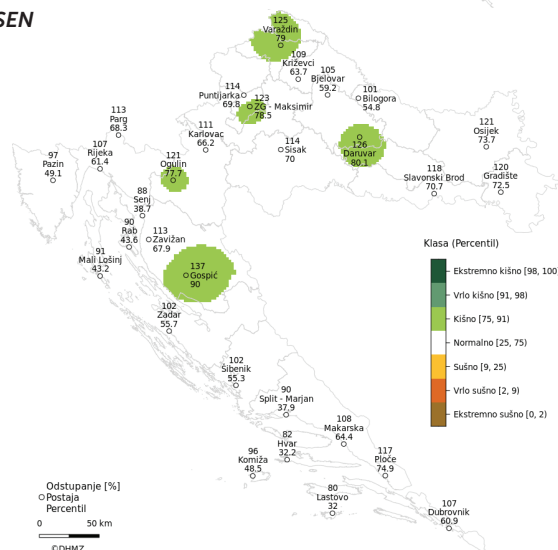
PROLJEĆE



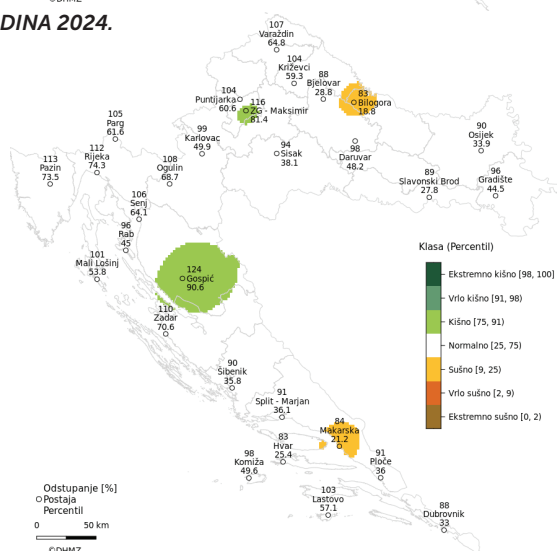
LJETO



JESEN



GODINA 2024.



ekstremno sušno vrlo sušno sušno normalno kišno vrlo kišno ekstremno kišno

Slika 1.1.4. Sezonske i godišnje količine oborine, u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1991. – 2020. godina za Hrvatsku za 2024. godinu.

Tablica 1.1.1. Odstupanja srednje mjesečne, sezonske i godišnje temperature zraka za 2024. godinu od višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1991. – 2020. i percentili.

postaja	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studenj	prosinac	zima	proljeće	ljet	jesen	godina
Bilogora	1,9	7,4	4,4	2,5	1,6	2,2	3,8	4,7	1,8	1,9	-1,1	1,5	4,4	2,8	3,6	0,8	2,7
	79	99	99	94	84	94	100	100	86	87	32	77	100	100	100	79	100
Bjelovar	0,9	6,6	3,8	1,9	1,4	1,9	2,8	3,4	1,4	2,0	-1,1	1,3	3,5	2,3	2,7	0,7	2,2
	66	99	98	90	80	90	99	98	81	91	31	74	98	99	99	76	99
Daruv	1,3	6,6	3,9	1,7	1,6	2,0	2,9	3,4	1,1	1,9	-1,3	0,8	3,6	2,4	2,8	0,6	2,1
	71	99	98	89	87	94	100	99	78	90	28	65	99	100	100	73	100
Dubrovnik	1,8	3,6	2,1	2,2	1,2	2,3	2,5	2,4	0,9	2,2	0,2	1,0	2,4	1,8	2,4	1,1	1,9
	92	98	93	96	80	97	99	98	74	99	56	76	100	98	100	86	100
Gospić	2,1	6,1	3,6	2,0	1,1	1,5	2,4	3,6	1,2	2,6	-0,7	-1,0	4,2	2,2	2,5	1,0	2,1
	81	98	96	89	78	88	98	99	79	96	38	31	100	99	99	84	100
Gradište	2,0	7,3	4,5	2,4	1,4	2,8	3,6	4,4	1,6	1,8	-1,8	1,2	4,4	2,7	3,6	0,6	2,6
	82	99	99	93	81	98	100	100	84	88	22	73	100	100	100	71	100
Hvar	1,4	3,6	2,1	2,1	1,2	2,0	2,3	2,5	0,9	2,0	0,1	0,7	2,2	1,8	2,2	1,0	1,7
	84	98	96	97	82	95	99	98	74	99	53	70	99	99	99	87	100
Komiža	1,3	3,5	1,8	1,6	0,9	1,8	2,5	2,4	0,6	1,5	-0,1	0,1	2,2	1,5	2,2	0,6	1,5
	84	99	93	93	76	95	100	98	69	93	47	53	99	98	100	77	100
Križevci	0,6	6,2	3,3	1,8	1,4	2,1	2,9	3,4	1,3	2,1	-1,1	1,4	3,2	2,2	2,9	0,8	2,1
	61	99	97	88	82	93	100	99	81	92	30	77	98	99	100	79	100
Lastovo	1,7	3,4	2,0	2,4	0,6	2,1	2,3	2,7	0,8	1,6	0,3	0,7	2,4	1,6	2,3	1,0	1,7
	92	98	95	97	67	96	98	98	73	94	59	70	100	98	100	87	100
Makarska	1,4	3,3	1,7	1,5	0,6	1,5	2,1	1,8	0,5	1,2	-0,2	0,5	2,2	1,3	1,8	0,5	1,3
	88	98	92	89	67	89	98	93	64	91	44	66	99	95	99	73	100
Ogulin	1,4	6,2	3,5	1,7	1,0	1,7	2,7	3,2	1,1	1,8	-1,1	0,2	4,1	2,0	2,5	0,6	2,0
	72	98	95	86	76	92	99	98	80	87	32	54	99	98	99	73	99
Osijek	1,8	6,9	4,4	2,4	1,7	2,6	3,3	4,4	1,8	1,6	-1,7	1,2	3,9	2,8	3,5	0,6	2,5
	79	99	99	94	86	98	100	100	87	86	21	73	99	100	100	73	100
Parg	1,7	5,9	3,1	1,7	0,5	1,4	2,7	3,6	0,6	1,7	-0,7	0,7	3,8	1,8	2,6	0,5	1,9
	78	99	94	83	62	82	99	99	66	84	37	64	99	93	99	68	99
Pazin	1,0	4,6	2,6	1,0	0,7	1,5	2,4	2,8	1,0	2,7	-1,2	0,4	2,8	1,4	2,3	0,8	1,7
	71	99	95	80	70	89	98	97	78	99	23	61	98	96	99	84	100
Ploče	1,4	3,6	2,3	1,9	1,2	2,2	2,8	2,6	0,8	1,8	-0,9	1,0	2,3	1,7	2,6	0,5	1,7
	82	96	96	94	82	97	100	98	72	96	27	75	99	98	100	73	100
Puntijarka	1,6	6,6	3,7	2,0	0,9	1,9	3,0	3,6	0,9	2,2	-0,9	1,3	4,0	2,2	2,8	0,7	2,3
	77	99	96	88	71	91	99	98	70	89	33	74	99	99	100	74	100
Rab	2,0	4,0	2,7	1,6	1,0	1,1	2,4	2,9	0,9	1,6	-0,1	0,5	2,9	1,7	2,1	0,8	1,7
	92	99	97	89	75	80	98	98	74	94	47	66	100	97	98	84	100
Rijeka	1,9	4,7	2,8	1,4	0,6	0,9	2,7	3,7	0,9	2,0	0,2	0,8	3,2	1,7	2,4	1,0	1,9
	88	99	96	82	65	74	97	99	71	95	56	72	100	96	99	87	100
Senj	2,1	5,5			1,2	1,1	2,9	3,9	0,8	2,3	-0,1	0,0	3,8		2,6	1,0	
	86	99			77	78	99	99	69	96	48	50	100		99	84	
Šibenik	1,5	4,4	2,5	1,9	1,1	1,8	2,8	2,8	0,7	2,0	0,0	0,3	2,8	1,8	2,5	0,9	1,8
	83	98	95	93	78	92	100	98	69	95	50	58	99	99	100	84	100
Sisak	1,0	6,4	3,7	1,4	1,3	2,1	2,8	3,5	1,6	2,1	-1,4	1,0	3,4	2,2	2,8	0,8	2,1
	67	99	98	82	82	93	100	99	87	92	26	69	98	99	100	81	100
Slavonski Brod	1,7	6,9	4,3	2,0	1,7	2,8	3,4	4,2	1,7	2,0	-1,6	1,4	4,0	2,7	3,4	0,7	2,6
	79	99	99	91	87	99	100	100	87	92	22	77	100	100	100	76	100
Split-Marjan	1,7	4,0	2,1	2,3	0,8	2,0	2,7	2,7	0,7	2,0	0,2	0,9	2,5	1,7	2,5	0,9	1,8
	89	98	93	95	69	94	99	96	67	96	55	74	99	97	99	84	100
Varaždin	0,7	6,2	3,3	1,6	0,9	1,7	2,2	3,3	1,0	1,9	-1,6	1,0	3,2	1,9	2,4	0,4	1,8
	62	98	97	87	74	90	99	99	78	88	22	71	97	98	99	66	99
Zadar	1,9	4,4	2,7	1,6	1,4	1,4	2,1	2,6	1,0	2,4	0,3	0,5	3,0	1,9	2,0	1,2	1,8
	90	99	98	93	84	88	98	98	80	99	58	65	100	99	99	93	100
Zagreb-Maksimir	0,6	6,2	3,0	1,6	0,9	1,8	2,7	3,5	1,3	1,8	-1,4	1,2	3,2	1,9	2,6	0,6	1,9
	61	99	95	86	73	92	99	99	81	90	24	74	98	97	99	73	99
Zavižan	2,2	6,0	3,6	2,3	1,1	2,1	2,8	3,9	0,8	3,1	0,6	0,5	3,9	2,3	2,9	1,5	2,4
	84	98	96	90	74	93	99	98	68	97	62	60	99	99	100	91	100

parametar

odstupanje

percentil

Tablica 1.1.2. Mjesečne, sezonske i godišnje količine oborine u postotcima višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1991. – 2020. i percentili za 2024. godinu.

postaja	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studenj	prosinac	zima	proljeće	ljet	jesen	godina
Bilogora	90	43	88	64	88	162	56	21	128	88	77	43	90	81	83	101	83
	49	18	49	26	47	89	20	5	73	50	38	14	44	29	31	55	19
Bjelovar	110	83	118	86	56	113	62	54	132	87	87	58	117	82	77	105	87
	62	47	66	45	22	66	28	27	76	48	45	25	69	31	28	59	29
Daruv	87	56	92	76	74	108	56	100	161	101	101	123	102	79	89	126	98
	47	25	48	37	38	61	19	55	87	57	55	71	56	27	39	80	48
Dubrovnik	48	75	99	60	55	65	115	71	350	14	24	118	53	74	78	107	88
	17	40	57	24	23	46	68	49	100	5	3	68	9	24	43	61	33
Gospić	120	75	166	76	137	186	113	92	217	145	63	103	85	125	134	137	124
	68	42	86	32	80	91	64	54	96	79	24	58	38	82	80	90	91
Gradište	95	45	57	29	144	86	104	45	172	71	112	143	78	83	81	120	96
	51	10	20	10	81	49	59	24	87	38	64	79	26	35	35	72	44
Hvar	96	65	190	56	48	28	72	117	201	38	37	75	72	101	71	82	83
	54	41	87	16	23	32	56	70	89	29	10	41	32	55	38	32	25
Karlovac	104	26	166	44	159	120	47	89	144	105	80	88	81	121	86	111	99
	60	15	88	16	94	72	11	48	79	59	35	44	33	78	33	66	50
Komiža	78	38	169	62	45	41	12	180	217	53	40	158	46	104	84	96	98
	43	26	84	21	25	32	16	81	89	30	9	83	13	58	49	48	50
Križevci	120	63	189	59	162	107	128	38	141	96	78	56	119	139	91	109	104
	68	36	89	22	89	61	77	15	79	54	38	23	72	88	42	64	60
Lastovo	64	109	125	53	48	31	417	138	220	56	22	183	78	81	144	80	103
	30	62	70	20	33	32	99	76	92	30	7	86	34	34	76	32	57
Makarska	63	80	198	33	29	42	54	82	203	123	43	61	67	89	58	108	84
	34	46	91	7	7	20	40	60	91	70	12	32	24	41	20	64	21
Mali Lošinj	64	116	166	109	119	166	108	65	153	85	48	85	78	131	114	91	101
	35	66	86	62	67	86	68	42	82	44	17	45	32	81	65	43	54
Ogulin	130	42	138	61	123	141	122	94	156	111	95	84	94	106	120	121	108
	74	18	78	24	71	85	70	54	86	63	50	42	46	61	75	78	69
Osijek	99	31	48	49	134	106	87	10	168	76	115	113	83	86	70	121	90
	54	6	18	17	77	60	47	4	86	42	66	64	32	36	25	74	34
Parg	167	111	139	68	150	102	76	50	139	161	46	51	137	120	77	113	105
	86	63	77	26	88	56	37	21	77	86	18	19	84	81	18	68	62
Pazin	144	136	226	116	158	87	139	67	113	164	33	63	122	165	93	97	113
	78	73	94	67	82	48	76	38	64	84	12	36	72	97	47	49	74
Ploče	47	149	157	20	39	36	121	79	315	59	38	69	66	78	72	117	91
	17	79	81	3	13	32	69	59	99	33	6	37	24	28	40	75	36
Puntijarka	116	52	161	51	99	158	111	104	149	130	58	41	97	101	125	114	104
	66	26	86	16	54	93	66	59	82	73	19	11	50	54	82	70	61
Rab	74	100	152	97	118	208	67	105	129	80	60	44	78	121	131	90	96
	43	57	80	54	66	96	48	61	72	47	26	16	34	71	76	44	45
Rijeka	213	149	122	53	179	97	114	51	137	148	42	48	157	120	85	107	112
	94	78	68	19	88	53	64	27	76	81	14	21	91	73	35	61	74
Senj	113	67	172	153	129	147	125	34	130	48	88	119	82	151	99	88	106
	64	40	87	85	73	84	69	20	74	22	44	67	38	92	52	39	64
Šibenik	45	66	209	18	54	91	21	146	160	93	63	99	68	92	92	102	90
	22	41	91	1	22	54	14	75	80	56	20	56	24	45	48	55	36
Sisak	86	56	174	46	80	102	107	46	143	94	97	81	88	93	86	114	94
	46	27	90	18	43	56	61	20	81	51	52	42	41	46	34	70	38
Slavonski Brod	94	42	49	42	124	78	90	26	159	68	123	130	83	78	67	118	89
	50	13	11	16	71	37	50	16	85	36	71	74	33	27	18	71	28
Split-Marjan	88	69	243	43	29	84	59	215	151	69	62	59	71	104	117	90	91
	50	37	95	10	7	52	50	85	80	36	22	33	26	58	66	38	36
Varaždin	165	43	211	119	174	93	55	51	176	108	73	37	115	166	66	125	107
	83	27	93	68	90	47	17	21	89	61	38	11	67	97	17	79	65
Zadar	43	47	457	50	33	141	111	84	190	83	30	127	66	165	112	102	110
	20	28	100	16	14	76	72	56	88	46	2	73	19	96	64	56	71
Zagreb-Maksimir	141	67	198	71	113	88	149	127	161	109	91	66	129	122	120	123	116
	77	38	93	32	66	39	88	71	86	62	48	29	79	79	76	78	81
Zavižan	104	59	142	74	116	114	144	47	199	70	82	94	70	110	100	113	103
	59	26	80	29	67	65	79	30	94	36	40	50	19	67	53	68	59

parametar

odstupanje

percentil

1.2 Ocjena toplinskih i oborinskih prilika za 2024.

Ocjena je izrađena na temelju kartografskog prikaza anomalija srednje mjesečne temperature zraka i mjesečne količine oborine definiranih u odnosu na višegodišnji prosjek 1991. – 2020. kao i kartografskih prikaza odgovarajućih sezonskih i godišnjih anomalija za navedene meteorološke elemente. Kartografska ocjena toplinskih i oborinskih prilika na području Hrvatske za 2024. godinu može se dopuniti sažetim opisom prikazanim u tablicama 1.2.1 do 1.2.4. U prvom stupcu tablica klase su odstupanja temperature zraka od standardnog višegodišnjeg prosjeka (tablice 1.2.1 za mjesec i 1.2.3 za sezonu i godinu) kao i odgovarajuće klase količine oborine (tablice 1.2.2 za mjesec i 1.2.4 za sezonu i godinu), a u ostalim je kolonama postotak u odnosu na ukupnu površinu Hrvatske za pojedinu klasu. U klasi *normalno* odstupanja mogu biti i pozitivna i negativna pa je u tablicama naveden broj postaja s pozitivnim anomalijama u klasi *normalno* (redci *pozitivno normalno*) i negativnim anomalijama u klasi *normalno* (redci *negativno normalno*). Anomalije jednake nuli uključene su u stupac *pozitivno normalno*.

Tijekom godine prevladavale su pozitivne mjesečne anomalije temperature zraka tijekom većine mjeseci, izuzev u studenom, kada su temperature bile uglavnom *normalne* (81,3 % teritorija) te s negativnim anomalijama na većini postaja, a klasa *hladnih* anomalija zahvatila je istočnu Hrvatsku i okolicu Varaždina, Zagreba i Pazina (18,7 % teritorija) (tablica 1.2.1).

Prevladavale su i pozitivne anomalije temperature zraka u svim sezonama (tablica 1.2.3). Zima je bila *ekstre-*

mno topla na većem dijelu teritorija i *vrlo topla* na ostatku. Proljeće je bilo *ekstremno toplo* na 69,7 % teritorija, a *vrlo toplo* na ostatku, dok je ljeto bilo *ekstremno toplo* na cijelom teritoriju Republike Hrvatske. Jedino je jesen na većem dijelu teritorija bila u kategoriji *toplo* (62,9 %) i *normalno* (35,4 %), pri čemu su sve postaje u kategoriji *normalno* imale pozitivne temperaturne anomalije.

Na području Hrvatske srednja godišnja temperatura zraka za 2024. godinu bila je viša od višegodišnjeg prosjeka razdoblja 1991. – 2020. i najviša zabilježena u razdoblju 1961. – 2024. na svim postajama koje su uključene u praćenje klime. Odstupanja srednje godišnje temperature zraka bila su u rasponu od 1,3 °C (Makarska) do 2,7 °C (Bilogora). Kategorizacija godišnjih temperaturnih anomalija zasnovana na razdiobi percentila pokazuje da je ekstremno toplo bilo u cijeloj Hrvatskoj (tablica 1.2.3).

Pozitivne mjesečne anomalije količina oborine prevladavale su na većem dijelu teritorija samo u ožujku i rujnu, pri čemu je ožujak bio *ekstremno kišan* na 0,9 % teritorija, *vrlo kišan* na 16,3 % teritorija i *kišan* na 46,7 % teritorija, dok je rujn bio *ekstremno kišan* na 1,8 % teritorija, *vrlo kišan* na 6,7 % teritorija, a *kišan* na 84,6 % teritorija. Negativne mjesečne anomalije prevladavale su na većem dijelu teritorija jedino u travnju, pri čemu je *sušno* bilo na 46,7 % teritorija, *vrlo sušno* na 8,6 % i *ekstremno sušno* na 0,7 % teritorija. Ostale mjesec na većem dijelu teritorija Republike Hrvatske obilježile su *normalne* oborinske prilike (tablica 1.2.2).

Na većem dijelu teritorija tijekom svih sezona i na razini godine također su prevladavale normalne oborinske prilike (tablica 1.2.4).

Tablica 1.2.1. Klase odstupanja srednjih mjesečnih temperatura zraka u 2024. godini od višegodišnjeg prosjeka (1991. – 2020.) s udjelima površine u pojedinoj klasi u odnosu na ukupnu površinu RH (%).

klasa	SIJEAČANJ	VELJAČA	OŽUJAK	TRAVANJ	SVIBANJ	LIPANJ	SRPANJ	KOLOVOZ	RUJAN	LISTOPAD	STUDENI	PROSINAC
ekstremno toplo		91,7	26,2			7,0	92,9	78,6		4,4		
vrlo toplo	1,0	8,3	73,8	39,8		56,7	7,1	21,4		47,3		
toplo	60,3			60,2	71,4	36,0			68,2	48,2		6,6
normalno	38,7				28,6	0,3			31,8		81,3	93,4
hladno											18,7	
vrlo hladno												
ekstremno hladno												
pozitivno normalno	8				11	1			14		8	22
negativno normalno											14	1

Tablica 1.2.2. Klase odstupanja mjesečnih količina oborine u 2024. godini od višegodišnjeg prosjeka (1991. – 2020.) s udjelima površine u pojedinoj klasi u odnosu na ukupnu površinu RH (%).

klasa	SIJEČANJ	VELJAČA	OŽUJAK	TRAVANJ	SVIBANJ	LIPANJ	SRPANJ	KOLOVOZ	RUJAN	LISTOPAD	STUDENI	PROSINAC
ekstremno kišno			0,9				0,1		1,8			
vrlo kišno	0,5		16,3		1,1	0,4			6,7			
kišno	10,2	1,2	46,7		28,0	21,3	2,5	5,9	84,6	7,1		3,4
normalno	84,1	70,0	21,8	44,0	52,6	76,9	88,2	67,4	6,8	91,6	65,2	82,0
sušno	5,2	24,1	14,3	46,7	16,9	1,4	9,2	23,3		0,6	29,3	14,6
vrlo sušno		4,6		8,6	1,4			3,4		0,7	5,5	
ekstremno sušno				0,7								
pozitivno normalno	8	4	3	3	7	8	11	6	4	7	4	7
negativno normalno	13	18	4	8	5	13	8	12		17	11	12

Tablica 1.2.3. Klase odstupanja srednjih sezonskih temperatura i godišnje temperature zraka u 2024. godini od višegodišnjeg prosjeka (1991. – 2020.) s udjelima površine u pojedinoj klasi u odnosu na ukupnu površinu RH (%).

klasa	ZIMA	PROLJEĆE	LJETO	JESEN	GODINA
ekstremno toplo	95,2	69,7	100,0		100,0
vrlo toplo	4,8	30,3		1,7	
toplo				62,9	
normalno				35,4	
hladno					
vrlo hladno					
ekstremno hladno					
pozitivno normalno				10	
negativno normalno					

Tablica 1.2.4. Klase odstupanja sezonskih količina i godišnje količine oborine u 2024. godini od višegodišnjeg prosjeka (1991. – 2020.) s udjelima površine u pojedinoj klasi u odnosu na ukupnu površinu RH (%).

klasa	ZIMA	PROLJEĆE	LJETO	JESEN	GODINA
ekstremno kišno					
vrlo kišno		6,3			
kišno	3,4	18,6	3,5	9,3	5,8
normalno	83,7	74,5	90,3	91,0	92,1
sušno	12,9	0,7	6,2		2,1
vrlo sušno					
ekstremno sušno					
pozitivno normalno	5	8	4	17	11
negativno normalno	15	11	17	8	14

* Zbog zaokruživanja na jednu decimalu površina koja je ≤ 0.05 % prikazana je kao 0.0*.
Zbog zaokruživanja je moguće da suma površina klasa neznatno odstupa od 100 %.

Analiza godišnjih količina oborine koje su izražene u postotcima višegodišnjeg prosjeka (1991. – 2020.) pokazuje da su u 2024. u Hrvatskoj količine oborine na većini analiziranih postaja bile oko višegodišnjeg prosjeka, od 82,9 % (Bilogora 697,8 mm) do 124,4 % (Gospić 1731,7 mm).

Oborinske prilike u Hrvatskoj u 2024. godini bile su *normalne* na 92,1 % teritorija (tablica 1.2.4).

1.3 Ekstremna klimatska razdoblja u 2024.

Područja zahvaćena ekstremnim klasama temperaturnih i oborinskih anomalija koje mogu značajno utjecati na ljude i različite gospodarske grane (energetika, poljoprivreda, turizam) izdvojena su u tablici 1.3.1 na mjesečnoj, sezonskoj i godišnjoj razini.

1.4 Rangovi temperature zraka i oborine u 2024.

Na većini postaja temperature zraka u 2024. bile su među pet najtoplijih u razdoblju 1961. – 2024. tijekom veljače, ožujka, travnja, lipnja, srpnja, kolovoza i listopada, kao i tijekom zime, proljeća i ljeta 2024. godine. Na 27 postaja 2024. je bila najtoplija godina iz tog razdoblja.

Promatrajući detaljnije, veljača 2024. bila je najtoplija na svim postajama (tablica 1.4.1).

Ožujak je bio najtopliji na 11 postaja te drugi najtopliji na njih 12 (tablica 1.4.2).

Travanj je bio drugi do peti najtopliji na 22 postaje. I dalje kao najtopliji većinom ostaje travanj 2018. (tablica 1.4.3).

Lipanj je bio drugi do peti najtopliji na 19 postaja. I dalje kao najtopliji većinom ostaje lipanj 2003. (tablica 1.4.4).

Srpanj je bio najtopliji na 24 postaje. Drugi ili treći najtopliji bio je na četiri postaje, na kojima najtopliji ostaje srpanj 2015. (tablica 1.4.5).

Kolovoz je bio najtopliji na 22 postaje. Drugi ili treći najtopliji bio je na šest postaja, na kojima najtopliji ostaje kolovoz 2003. (tablica 1.4.6).

Listopad je bio drugi do peti najtopliji na 19 postaja. Na svim postajama najtopliji ostaje listopad 2023. (tablica 1.4.7).

Na 20 postaja proljeće 2024. bilo je najtoplije, a drugo ili treće najtoplije na njih sedam, na kojima najtoplije ostaje proljeće 2007. ili 2018. (tablica 1.4.8).

Ljeto 2024. bilo je najtoplije na 19 postaja, a drugo najtoplije na njih devet. Ljeto 2003. ostaje najtoplije na tih osam od devet postaja, a ljeto 2022. na jednoj (tablica 1.4.9).

Na 19 postaja zima 2024. bila je najtoplija. Na devet postaja bila je druga najtoplija, na kojima najtoplije ostaju zime 2007. i 2014. (tablica 1.4.10).

Godina 2024. bila je najtoplija na svim postajama u razdoblju 1961. – 2024. s anomalijama srednje godišnje temperature zraka u rasponu od 1,3 °C do 2,7 °C (tablica 1.4.11).

U oborinskom režimu nije bilo rekordno suhih ili vlažnih mjeseci na značajnijem broju postaja.

Tablica 1.3.1. Područja zahvaćena ekstremnim klimatskim prilikama u 2024. godini.

Mjesečna razdoblja		
Ekstrem	Mjesec	Područje
ekstremno hladno	–	–
ekstremno toplo	veljača	istočna, središnja i gorska Hrvatska, sjeverno Hrvatsko primorje, sjeverna Dalmacija, dijelovi srednje Dalmacije, Lastovo i Dubrovnik
	ožujak	istočna Hrvatska, Sisak, okolica Zadra
	lipanj	južni dio istočne Hrvatske
	srpanj	cijela Hrvatska izuzev Istre, šireg riječkog područja i otoka Raba
	kolovoz	istočna i središnja Hrvatska izuzev Medvednice, gorska Hrvatska, šire riječko područje, otoci i obala sjevernog Hrvatskog primorja izuzev Istre, dio sjeverne Dalmacije, okolica grada Hvara, šire područje Ploča, Lastovo i središnji dio Pelješa
	listopad	središnja Istra, šire zadarsko i dubrovačko područje, okolica Hvara
ekstremno sušno	travanj	okolica Šibenika
ekstremno kišno	ožujak	okolica Zadra
	srpanj	Lastovo
	rujan	šire područje Ploča, dubrovačko područje, dio Pelješa

Godišnja doba		
Ekstrem	Godišnje doba	Područje
ekstremno hladno	–	–
ekstremno toplo	zima	cijela Hrvatska izuzev Međimurske i Varaždinske županije
	proljeće	istočna i veći dio središnje Hrvatske, južni dio gorske Hrvatske, sjeverna Dalmacija, manja područja srednje i južne Dalmacije
	ljet	cijela Hrvatska
ekstremno sušno	–	–
ekstremno kišno	–	–

Godina 2024.	
Ekstrem	Područje
ekstremno hladno	–
ekstremno toplo	cijela Hrvatska
ekstremno sušno	–
ekstremno kišno	–

Tablica 1.4.1. Rangovi temperature zraka za TOPLU VELJAČU 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normalu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijom veljačom u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Bilogora	10,2	7,4	99	1	2024
Bjelovar	9,4	6,6	99	1	2024
Daruvar	9,2	6,6	99	1	2024
Dubrovnik	13,4	3,6	98	1	2024
Gospić	7,1	6,1	99	1	2024
Gradište	10,3	7,3	99	1	2024
Hvar	13,0	3,6	98	1	2024
Komiža	13,3	3,5	99	1	2024
Križevci	8,6	6,2	99	1	2024
Lastovo	12,2	3,4	98	1	2024
Makarska	12,9	3,3	98	1	2024
Ogulin	8,6	6,2	98	1	2024
Osijek	9,3	6,9	99	1	2024
Parg	5,8	5,9	99	1	2024
Pazin	8,4	4,6	99	1	2024
Ploče	11,5	3,6	96	1	2014; 2024
Puntijarka	5,6	6,6	99	1	2024
Rab	12,2	4,0	99	1	2024
Rijeka	11,2	4,7	99	1	2024
Senj	12,7	5,5	99	1	2024
Šibenik	12,1	4,4	98	1	2024
Sisak	9,4	6,4	99	1	2024
Slavonski Brod	9,5	6,9	99	1	2024
Split-Marjan	12,7	4,0	98	1	2024
Varaždin	8,5	6,2	98	1	2024
Zadar	12,2	4,4	99	1	2024
Zagreb-Maksimir	9,2	6,2	99	1	2024
Zavižan	2,2	6,0	98	1	2024

Tablica 1.4.2. Rangovi temperature zraka za TOPLI OŽUJAK 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normalu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijim ožujkom u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Bilogora	11,4	4,4	99	1	2024
Bjelovar	11,1	3,8	98	1	2024
Daruvar	10,7	3,9	99	1	2024
Gradište	12,1	4,5	99	1	2024
Križevci	10,1	3,3	97	1	2024
Osijek	11,3	4,4	99	1	2024
Puntijarka	6,0	3,7	96	1	2024
Rab	13,4	2,7	97	1	2024
Sisak	11,2	3,7	98	1	2024
Slavonski Brod	11,5	4,3	99	1	2024
Varaždin	9,9	3,3	97	1	1994; 2024
Gospić	8,5	3,6	96	2	2001
Hvar	13,8	2,1	96	2	2001
Lastovo	12,8	2,0	95	2	2001
Ogulin	9,8	3,5	95	2	1994
Pazin	9,7	2,6	95	2	2001
Ploče	13,2	2,3	96	2	2001
Rijeka	12,4	2,8	96	2	2012
Šibenik	13,2	2,5	95	2	2001
Split-Marjan	13,4	2,1	93	2	2001; 2012
Zadar	13,1	2,7	98	2	2001
Zagreb-Maksimir	10,4	3,0	95	2	2014
Zavižan	2,3	3,6	96	2	1994
Dubrovnik	14,0	2,1	93	3	2019
Komiža	13,7	1,8	93	3	2001
Parg	6,3	3,1	94	3	1994
Makarska	13,7	1,7	92	4	2001

Tablica 1.4.3. Rangovi temperature zraka za TOPLI TRAVANJ 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normalu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijim travnjem u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Dubrovnik	17,0	2,2	96	2	2018
Gradište	15,1	2,4	93	2	2018
Hvar	16,9	2,1	97	2	2018
Lastovo	16,2	2,4	97	2	2018
Slavonski Brod	14,2	2,0	91	2	2018
Bilogora	14,5	2,5	94	3	2018
Bjelovar	14,2	1,9	90	3	2018
Gospić	11,3	2,0	89	3	2018
Komiža	16,4	1,6	93	3	2018
Makarska	16,8	1,5	89	3	2018
Osijek	14,7	2,4	95	3	2018
Ploče	16,3	1,9	94	3	2018
Split-Marjan	17,2	2,3	95	3	2018
Zadar	15,4	1,6	93	3	2018
Križevci	13,4	1,8	89	4	2018
Rab	15,9	1,6	89	4	2018
Šibenik	16,1	1,9	93	4	2018
Zavižan	4,9	2,3	90	4	2018
Daruvar	13,3	1,7	89	5	2018
Ogulin	12,5	1,7	86	5	2018
Varaždin	13,1	1,6	87	5	2018
Zagreb-Maksimir	13,8	1,6	86	5	2018
Puntijarka	8,9	2,0	88	6	2018
Rijeka	14,7	1,4	83	6	2007
Sisak	13,8	1,4	83	6	2018
Parg	9,1	1,7	83	7	2018
Karlovac	12,9	1,2	80	8	2018
Pazin	11,8	1,0	80	8	2018

Tablica 1.4.4. Rangovi temperature zraka za TOPLI LIPANJ 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normalu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijim lipnjem u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Gradište	23,8	2,8	98	2	2003
Lastovo	24,6	2,1	96	2	2003; 2022
Osijek	23,4	2,6	98	2	2003
Dubrovnik	25,7	2,3	97	3	2003
Hvar	25,4	2,0	95	3	2003
Komiža	25,1	1,8	95	3	2003
Slavonski Brod	23,4	2,8	99	3	2022
Makarska	25,4	1,5	89	4	2003
Ploče	25,4	2,2	97	4	2022
Split-Marjan	26,2	2,0	94	4	2003
Daruvar	22,1	2,0	94	5	2003
Gospić	19,5	1,5	88	5	2003
Križevci	22,0	2,1	93	5	2003
Ogulin	20,8	1,7	92	5	2003; 2022
Šibenik	25,0	1,8	92	5	2003
Sisak	22,9	2,1	93	5	2003
Zadar	24,0	1,4	88	5	2022
Zagreb-Maksimir	22,4	1,8	92	5	2003
Zavižan	13,4	2,1	93	5	2019
Bilogora	22,3	2,2	94	6	2003
Bjelovar	22,7	1,9	90	6	2003
Puntijarka	16,8	1,9	91	6	2019
Varaždin	21,6	1,7	91	6	2003
Parg	17,2	1,4	83	7	2019
Pazin	21,0	1,5	89	7	2003
Rab	24,1	1,1	80	7	2003
Senj	24,2	1,1	78	7	2003
Rijeka	22,9	0,9	74	9	2003

Tablica 1.4.5. Rangovi temperature zraka za TOPLI SRPANJ 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normalu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijim srpnjem u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Bilogora	25,7	3,8	100	1	2024
Bjelovar	25,2	2,8	99	1	2024
Daruvar	24,5	2,9	100	1	2024
Dubrovnik	28,3	2,5	99	1	2024
Gospić	22,4	2,4	99	1	2015; 2024
Gradište	26,2	3,6	100	1	2024
Hvar	28,3	2,3	99	1	2024
Komiža	28,5	2,5	100	1	2024
Križevci	24,2	2,9	100	1	2024
Makarska	28,7	2,1	98	1	2024
Ogulin	23,5	2,7	99	1	2024
Osijek	25,7	3,3	100	1	2024
Parg	20,5	2,7	99	1	2024
Ploče	28,6	2,8	100	1	2024
Puntijarka	19,8	3,0	99	1	2024
Rab	28,0	2,4	98	1	2024
Senj	28,5	2,9	99	1	2024
Sisak	25,2	2,8	100	1	2024
Slavonski Brod	25,8	3,4	100	1	2024
Split-Marjan	29,5	2,7	99	1	2015; 2024
Šibenik	28,7	2,8	100	1	2024
Varaždin	23,6	2,2	99	1	2024
Zagreb-Maksimir	24,9	2,7	99	1	2024
Zavižan	16,4	2,8	99	1	2024
Lastovo	27,5	2,3	98	2	2015
Rijeka	27,2	2,7	97	2	2015
Zadar	27,2	2,1	98	2	2015
Pazin	24,2	2,4	98	3	2015

Tablica 1.4.6. Rangovi temperature zraka za TOPLI KOLOVOZ 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normalu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijim kolovozom u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Bilogora	26,4	4,7	100	1	2024
Bjelovar	25,3	3,4	98	1	2024
Daruvar	24,4	3,4	99	1	2024
Dubrovnik	28,5	2,4	98	1	2024
Gospić	23,2	3,6	99	1	2024
Gradište	26,7	4,4	100	1	2024
Hvar	28,5	2,5	98	1	2024
Križevci	24,2	3,4	99	1	2024
Lastovo	28,0	2,7	98	1	2024
Osijek	26,4	4,4	100	1	2024
Parg	21,1	3,6	99	1	2024
Ploče	28,2	2,6	99	1	2024
Puntijarka	20,4	3,6	98	1	2024
Rijeka	28,2	3,7	99	1	2024
Senj	29,5	3,9	99	1	2024
Šibenik	28,5	2,8	98	1	2024
Sisak	25,2	3,5	99	1	2024
Slavonski Brod	26,2	4,2	100	1	2024
Split-Marjan	29,5	2,7	96	1	2024
Zadar	27,5	2,6	99	1	2024
Zagreb-Maksimir	25,3	3,5	99	1	2024
Zavižan	17,6	3,9	98	1	2024
Komiža	28,4	2,4	98	2	2003
Makarska	28,4	1,8	93	2	2003
Ogulin	23,5	3,2	98	2	2003
Pazin	24,0	2,8	97	2	2003
Rab	28,3	2,9	98	2	2003
Varaždin	24,1	3,3	99	3	2003

Tablica 1.4.7. Rangovi temperature zraka za TOPLI LISTOPAD 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normalu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijim listopadom u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Dubrovnik	20,4	2,2	99	2	2023
Hvar	20,1	2,0	99	2	2023
Pazin	14,7	2,7	99	2	2023
Ploče	18,2	1,8	96	2	2023
Zadar	18,9	2,4	99	2	2023
Gospić	12,6	2,6	96	3	2023
Šibenik	18,5	2,0	95	3	2023
Split-Marjan	19,4	2,0	97	3	2023
Zavižan	8,5	3,1	97	3	2022
Gradište	13,9	1,8	89	4	2023
Komiža	19,7	1,5	93	4	2023
Lastovo	19,0	1,6	95	4	2023
Rab	18,2	1,6	95	4	2023
Senj	18,3	2,3	96	4	2023
Bilogora	13,6	1,9	87	5	2023
Makarska	19,4	1,2	91	5	2023
Rijeka	16,9	2,0	95	5	2023
Sisak	13,7	2,1	92	5	2023
Slavonski Brod	13,5	2,0	92	5	1966
Bjelovar	13,4	2,0	91	6	2023
Daruvar	13,1	1,9	90	6	2023
Križevci	12,9	2,1	92	6	2023
Zagreb-Maksimir	13,5	1,8	90	6	2023
Puntijarka	10,0	2,2	89	7	2022
Varaždin	12,9	1,9	88	7	2023
Osijek	13,4	1,6	86	8	2023
Ogulin	12,8	1,8	87	9	2023
Parg	10,2	1,7	84	9	2023

Tablica 1.4.8. Rangovi temperature zraka za TOPLO PROLJEĆE 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijim proljećem u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Bilogora	14,6	2,8	100	1	2024
Bjelovar	14,5	2,3	99	1	2024
Daruvar	13,9	2,4	100	1	2024
Gospić	11,6	2,2	99	1	2024
Gradište	15,3	2,7	100	1	2024
Hvar	17,0	1,8	99	1	2024
Komiža	16,7	1,5	98	1	2024
Križevci	13,6	2,2	99	1	2024
Ogulin	12,8	2,0	98	1	2024
Osijek	14,9	2,8	100	1	2024
Ploče	16,5	1,7	98	1	2024
Puntijarka	9,0	2,2	99	1	2024
Sisak	14,4	2,2	99	1	2024
Slavonski Brod	14,7	2,7	100	1	2024
Split-Marjan	17,0	1,7	97	1	2018; 2024
Šibenik	16,4	1,8	99	1	2024
Varaždin	13,3	1,9	98	1	2024
Zadar	16,1	1,9	99	1	2024
Zagreb-Maksimir	14,0	1,9	97	1	2024
Zavižan	5,1	2,3	99	1	2024
Dubrovnik	17,1	1,8	98	2	2018
Lastovo	15,9	1,6	98	2	2018
Parg	9,3	1,8	93	2	2007
Pazin	12,5	1,4	96	2	2007
Rab	16,3	1,7	97	2	2007
Rijeka	15,2	1,7	96	2	2007
Makarska	16,9	1,3	95	3	2007

Tablica 1.4.9. Rangovi temperature zraka za TOPLO LJETO 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normalu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijim ljetom u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Bilogora	24,8	3,6	100	1	2024
Daruvar	23,7	2,8	100	1	2024
Dubrovnik	27,5	2,4	100	1	2024
Gradište	25,6	3,6	100	1	2024
Hvar	27,4	2,2	99	1	2024
Križevci	23,5	2,9	100	1	2024
Lastovo	26,7	2,3	100	1	2024
Ogulin	22,6	2,5	99	1	2024
Osijek	25,2	3,5	100	1	2024
Parg	19,6	2,6	99	1	2024
Pazin	23,1	2,3	99	1	2003; 2022; 2024
Ploče	27,4	2,6	100	1	2024
Puntijarka	19,0	2,8	100	1	2024
Šibenik	27,4	2,5	100	1	2024
Sisak	24,4	2,8	100	1	2024
Slavonski Brod	25,1	3,4	100	1	2024
Split-Marjan	28,4	2,5	99	1	2003; 2024
Zagreb-Maksimir	24,2	2,6	99	1	2024
Zavižan	15,8	2,9	100	1	2024
Bjelovar	24,4	2,7	99	2	2003
Gospić	21,7	2,5	99	2	2003
Komiža	27,3	2,2	100	2	2003
Makarska	27,5	1,8	99	2	2003
Rab	26,8	2,1	98	2	2003
Rijeka	26,1	2,4	99	2	2003
Senj	27,4	2,6	99	2	2003
Varaždin	23,1	2,4	99	2	2003
Zadar	26,2	2,0	99	2	2022

Tablica 1.4.10. Rangovi temperature zraka za TOPLU ZIMU 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normalu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijom zimom u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Bilogora	6,1	4,4	100	1	2024
Dubrovnik	12,3	2,4	100	1	2014; 2024
Gospić	4,7	4,2	100	1	2024
Gradište	6,4	4,4	100	1	2024
Komiža	12,4	2,2	99	1	2014; 2024
Lastovo	11,6	2,4	100	1	2024
Makarska	12,0	2,2	99	1	2024
Ogulin	6,0	4,1	99	1	2024
Osijek	5,4	3,9	99	1	2024
Parg	3,6	3,8	99	1	2024
Ploče	9,9	2,3	99	1	2024
Puntijarka	2,9	4,0	99	1	2024
Rab	11,3	2,9	100	1	2024
Rijeka	9,8	3,2	100	1	2024
Senj	11,0	3,8	100	1	2024
Šibenik	10,6	2,8	99	1	2014; 2024
Slavonski Brod	5,6	4,0	100	1	2024
Zadar	11,1	3,0	100	1	2024
Zavižan	0,5	3,9	99	1	2024
Bjelovar	5,2	3,5	98	2	2007
Daruvar	5,4	3,6	99	2	2007
Hvar	11,9	2,2	99	2	2014
Križevci	4,6	3,2	98	2	2007
Pazin	6,5	2,8	98	2	2014
Sisak	5,4	3,4	98	2	2007
Split-Marjan	11,3	2,5	99	2	2014
Varaždin	4,7	3,2	97	2	2007
Zagreb-Maksimir	5,3	3,2	98	2	2007

Tablica 1.4.11. Rangovi temperature zraka za TOPLU 2024. Postaja, temperatura zraka (T), odstupanje u odnosu na normalu 1991. – 2020. (Tanom), percentil temperature zraka (Tperc), rang niza sortiranog silazno (Rang topli), godina s najtoplijom godinom u razdoblju 1961. – 2024. (Najtoplija godina).

Postaja	T	Tanom	Tperc	Rang topli	Najtoplija godina
Bilogora	14,3	2,7	100	1	2024
Bjelovar	14,0	2,2	99	1	2024
Daruvar	13,5	2,1	100	1	2024
Dubrovnik	19,0	1,9	100	1	2024
Gospić	11,8	2,1	100	1	2024
Gradište	14,8	2,6	100	1	2024
Hvar	18,8	1,7	100	1	2024
Komiža	18,7	1,5	100	1	2024
Križevci	13,2	2,1	100	1	2024
Lastovo	18,0	1,7	100	1	2024
Makarska	18,7	1,3	100	1	2024
Ogulin	12,9	2,0	99	1	2024
Osijek	14,3	2,5	100	1	2024
Parg	10,1	1,9	99	1	2024
Pazin	13,6	1,7	100	1	2024
Ploče	17,6	1,7	100	1	2024
Puntijarka	9,7	2,3	100	1	2024
Rab	17,8	1,7	100	1	2024
Rijeka	16,6	1,9	100	1	2024
Šibenik	17,8	1,8	100	1	2024
Sisak	14,0	2,1	100	1	2024
Slavonski Brod	14,3	2,6	100	1	2024
Split-Marjan	18,7	1,8	100	1	2024
Varaždin	13,0	1,8	99	1	2024
Zadar	17,6	1,8	100	1	2024
Zagreb-Maksimir	13,8	1,9	99	1	2024
Zavižan	6,8	2,4	100	1	2024

2. ANALIZA SREDNJEG MJESEČNOG VISINSKOG STRUJANJA IZNAD HRVATSKE U 2024.

Dunja Plačko-Vršnak, Tomislava Hojsak, Krunoslav Mikec

Srednja mjesečna visinska situacija sinoptičkih razmjera na izobarnoj plohi AT 500 hPa može pokazati prevladavajuće visinsko strujanje nad određenim predjelima tijekom mjeseca te se njezinom analizom mogu u znatnoj mjeri objasniti mjesečne vrijednosti pojedinih meteoroloških elemenata, primjerice srednje mjesečne prizemne temperature zraka, a najčešće i mjesečne količine oborine.

Stoga je provedena meteorološka analiza 2024. godine pregledom srednjih mjesečnih situacija, odnosno strujanja i polja temperature nad širim područjem Europe i sjevernog Atlantika.

U siječnju je nad našom zemljom srednje mjesečno strujanje na izobarnoj plohi AT 500 hPa bila prednja strana grebena. Greben se pružao iznad većeg dijela zapadne Europe, a iznad istočnih i osobito jugoistočnih krajeva bila je dolina. U takvim nam je okolnostima pritjecao ne odveć topao zrak, povremeno bogat vlagom. Srednja mjesečna temperatura zraka na 2 m bila je viša od višegodišnjeg srednjaka (1991. – 2020.⁴), a u središnjim predjelima oko srednjaka. Mjesečna količina oborine u većini je krajeva bila oko prosječne, samo je ponegdje na zapadu i sjeverozapadu bilo kišno, a u Dalmaciji uz obalu sušno.

U veljači je srednje mjesečno visinsko stanje bilo uglavnom zonalno na rubu grebena koji se pružao od jugozapada kontinenta. Plitka je dolina bila iznad zapadnog i središnjeg dijela Sredozemlja, stoga nam je pritjecao relativno topao zrak, povremeno bogat vlagom, posebno do krajeva uz Jadran. Mjesečna je količina oborine pritom bila uglavnom oko prosječne, samo je ponegdje u unutrašnjosti, posebno na istoku, bilo sušno.

Srednja mjesečna temperatura zraka bila je zamjetno viša od klimatološkog srednjaka pa je mjesec bio ekstremno topao.

Vrijednosti NAO indeksa (tablica 2.1) u siječnju i veljači bile su pozitivne, što upućuje na povećan gradijent u polju tlaka zraka između azorske anticiklone i islandske ciklone, posebno u veljači, što je omogućilo dotok razmjerno toplog i vlažnog oceanskog zraka do naših krajeva.

U ožujku je kao srednje mjesečno stanje na izobarnoj plohi AT 500 hPa iznad većeg dijela Europe bio greben koji se od juga pružao nad središnje i istočne krajeve. Greben iznad naših područja nije bio jako izražen. Dolina je bila iznad zapadne Europe, a druga, slabije izražena, iznad dijela istočne Europe. U takvim nam je okolnostima pritjecao relativno topao, često i vlažan zrak s jugozapada. Srednja mjesečna temperatura zraka na 2 m u ožujku je opet bila zamjetno viša od višegodišnjeg prosjeka (1991. – 2020.), ali ne ekstremno kao u veljači. Mjesečna količina oborine uglavnom je bila veća od klimatološkog srednjaka, pri čemu je najkišnije bilo u Dalmaciji, a samo je istok zemlje bio sušniji od prosjeka.

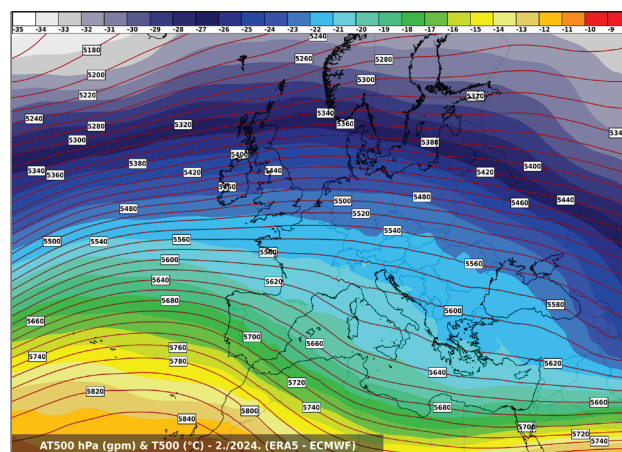
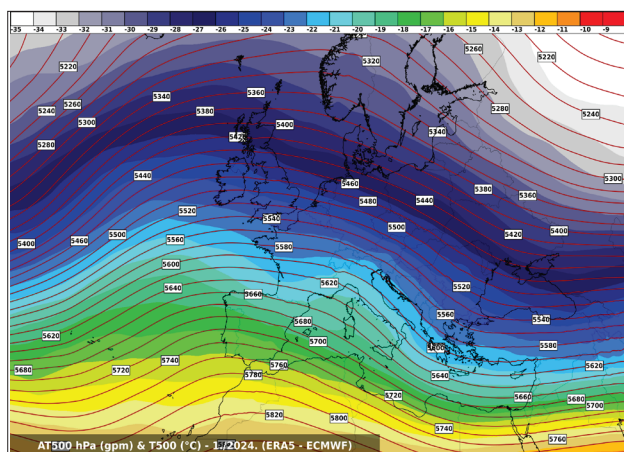
U travnju je prema srednjem mjesečnom strujanju iznad naših područja bio kratkovalni greben, i to između dvije doline – jedna je bila iznad zapadnog Sredozemlja, a druga iznad Balkanskog poluotoka. Pritjecao nam je pritom razmjerno topao zrak s jugozapada koji uglavnom nije bio odveć bogat vlagom. Srednja je temperatura zraka na 2 m u travnju bila gotovo posvuda viša od višegodišnjeg srednjaka. Mjesečna količina oborine u većini je krajeva bila manja od prosječne, ponegdje u zapadnoj polovini zemlje oko prosječne.

⁴ Vidi kartografski prikaz s detaljnijim opisom mjesečnih anomalija temperature zraka i količine oborine za 2024. godinu na području Hrvatske u poglavlju 1 ove publikacije.

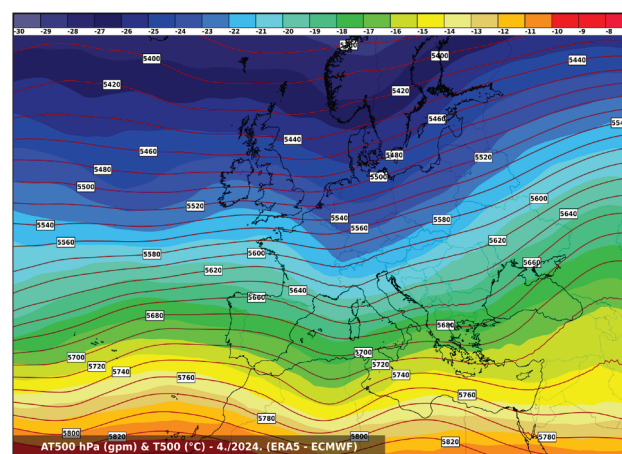
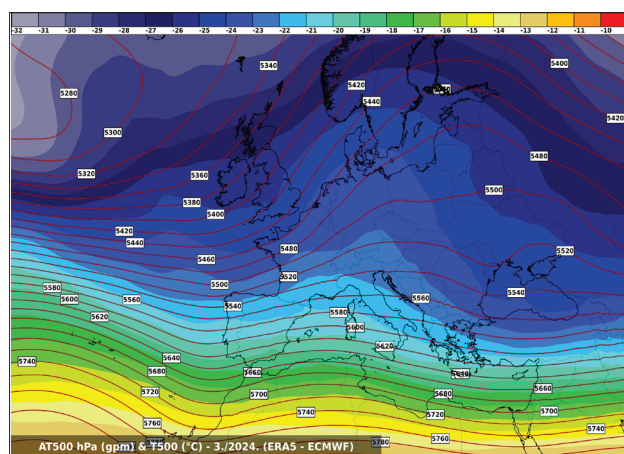
Tablica 2.1. Vrijednosti NAO (engl. Northern Atlantic Oscillation) indeksa u 2024. po mjesecima, izvor: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/nao/>

2024.	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studenj	prosinac
NAO index	+0,21	+1,09	-0,21	-0,78	-0,44	-0,09	-1,46	+0,63	-1,43	-0,38	-0,23	+1,21

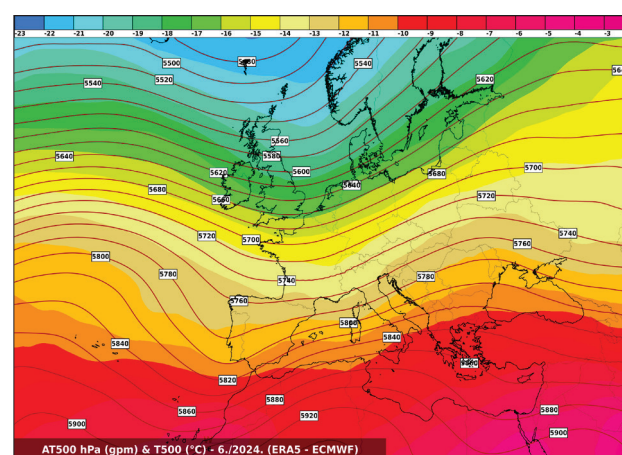
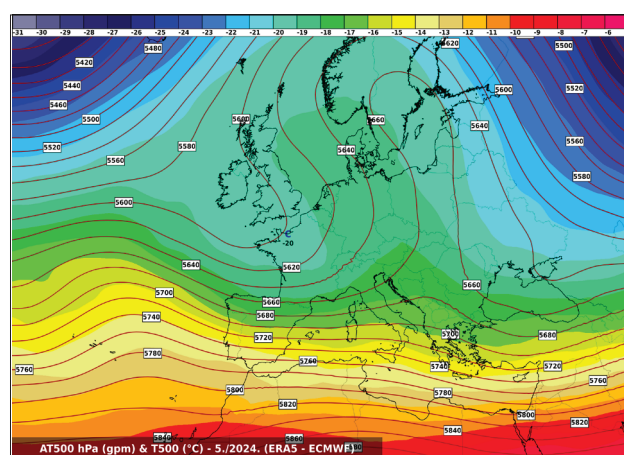
* NAO indeks – indeks sjevernoatlantske oscilacije odnosi se na razliku u prizemnom tlaku zraka (engl. *mean sea level pressure*) između subtropskog područja visokog tlaka zraka – azorske anticiklone i subpolarnog područja niskog tlaka zraka – islandske ciklone (razlika u prizemnom tlaku zraka izmjerenom na meteorološkoj postaji u Ponta Delgadi i Reykjaviku). Gradijent u tlaku zraka između tih dvaju sustava određuje smjer i jačinu strujanja s Atlantika nad europskim kopnom. Prosječna pozicija i jačina azorske anticiklone i islandske ciklone variraju iz mjeseca u mjesec, tijekom sezona, odnosno iz godine u godinu i upravo ta varijacija određuje NAO indeks, odnosno njegov predznak. Pokazalo se da velika razlika u tlaku zraka između tih dvaju sustava – izražena kao NAO+ – za posljedicu ima jako zapadno strujanje te indirektno blage i vlažnije zime u srednjoj Europi. Također može biti povezan s pozitivnom anomalijom temperature zraka iznad sjeverne Europe te katkad negativnom anomalijom iznad južne Europe i Bliskog istoka. Kad je riječ o oborini, NAO+ je najčešće povezan s količinom oborine većom od prosjeka iznad sjeverne Europe i Skandinavije te manjkom oborine iznad srednje i južne Europe. S druge strane NAO– opisuje situaciju kada je gradijent između tih dvaju sustava slabo izražen, odnosno slabije je strujanje s Atlantika, pa sjeverna Europa često može imati hladnu i suhu zimu, a putanje ciklona pomaknute su južnije. To za posljedicu može imati pojačanu ciklonalnu aktivnost u Sredozemlju uz više oborina na području južne Europe i sjeverne Afrike. Veza između NAO indeksa i prevladavajućeg tipa vremena izraženija je u hladnom dijelu godine.



Slika 2.1. Srednje mjesečne geopotencijalne visine iznad morske razine (dam) i temperatura zraka (°C) na izobarnoj plohi 500 hPa (skraćeno: AT 500 hPa) za: a) siječanj (lijevo) i b) veljaču (desno) za 00 UTC (izvor ECMWF).



Slika 2.2. Srednje mjesečne geopotencijalne visine iznad morske razine (dam) i temperatura (°C) na izobarnoj plohi 500 hPa (skraćeno: AT 500 hPa) za: a) ožujak (lijevo) i b) travanj (desno) za 00 UTC (izvor ECMWF).



Slika 2.3. Srednje mjesečne geopotencijalne visine iznad morske razine (dam) i temperature zraka (°C) na izobarnoj plohi 500 hPa (skraćeno: AT 500 hPa) za: a) svibanj (lijevo) i b) lipanj (desno) za 00 UTC (izvor ECMWF).

U svibnju je nad većim dijelom središnje, istočne i sjeverne Europe prema srednjem mjesečnom strujanju bio izražen greben. Od sjeverozapada se preko zapadne Europe do Alpa i Jadranskog mora pružala dolina polo-

žena u smjeru sjeverozapad – jugoistok. Dolina je zahvaćala i većinu naših krajeva u koje je stoga pritjecao ne odveć topao i vlažan zrak. Pod utjecajem grebena bio je jug naše zemlje te se ondje zadržavao zrak zamjetno si-

romašniji vlagom. Zato je srednja mjesečna temperatura zraka na 2 m u većini područja bila malo viša od klimato-loškog srednjaka, a samo ponegdje oko srednjaka. Mjesečna količina oborine bila je oko višegodišnjeg prosjeka, nerijetko i veća od njega, a u Dalmaciji je bilo sušnije.

U tri proljetna mjeseca (ožujak, travanj, svibanj) vrijednosti NAO indeksa bile su blago negativne (tablica 2.1), odnosno gradijenti u polju tlaka između islandske ciklone i azorske anticiklone bili su smanjeni. Dominirao je pritom greben koji je zahvaćao cijelu južnu polovinu Europe te je stoga tijekom proljeća bilo zamjetno toplije od prosjeka. Greben je povremeno slabio te se povlačio južnije pa su s prolaskom dolina sa sjevera i sjeverozapada bili omogućeni prodori hladnijeg i vlažnijeg zraka, posebno u drugoj polovini proljeća.

Prema srednjem mjesečnom strujanju na AT 500 hPa u lipnju je iznad istočne Europe bio termobarički greben, a iznad većeg dijela zapadne Europe dolina čija je os bila na krajnjem zapadu kontinenta. Naši su krajevi bili na granici između doline i grebena, pritom češće na stražnjoj strani grebena nego na prednjoj strani doline. U takvim nam je okolnostima pritjecao s jugozapada topao zrak povremeno bogat vlagom. U lipnju je srednja mjesečna temperatura zraka na 2 m bila viša od prosječne. Manje pozitivno odstupanje od prosjeka nego drugdje bilo je na sjevernom Jadranu te u Gorskom kotaru i Lici i u tim je krajevima mjesečna količina oborine bila veća od višegodišnjeg srednjaka. U većini ostalih krajeva bilo je normalno kišno.

U srpnju je naša zemlja prema srednjem mjesečnom strujanju na AT 500 hPa bila na gornjem, sjevernom rubu termobaričkog grebena. Greben se pružao od sjevera Afrike preko Sredozemnog mora do središnjeg dijela Europe te dalje prema sjeveroistoku kontinenta. Dolina je bila iznad Crnog mora i Male Azije. U takvim nam je okolnostima pritjecao i iznad nas se zadržavao vrlo topao zrak sa zapada koji je povremeno sadržavao veću količinu vlage. Srednja mjesečna temperatura zraka na 2 m u srpnju je bila zamjetno viša od prosječne, a mjesečna količina oborine bila je uglavnom oko klimato-loškog srednjaka.

Prema srednjem mjesečnom strujanju na AT 500 hPa u kolovozu se od sjeverozapada Afrike pružao ter-

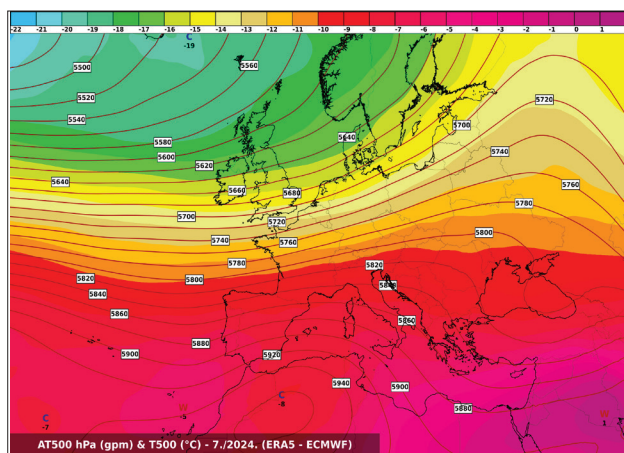
mobarički greben prema sjeveroistoku kontinenta. Os grebena prelazila je preko naše zemlje. U takvim nam je okolnostima pritjecao te se iznad nas zadržavao iznimno topao i vlagom siromašan zrak. Srednja je mjesečna temperatura zraka na 2 m u kolovozu, kao i u srpnju, bila zamjetno viša od klimato-loških srednjih vrijednosti (1991. – 2020.). Mjesečna količina oborine bila je u većini područja oko prosječne, a sušno je bilo na sjeveru i istoku Hrvatske. Više je kiše bilo samo na širem splitskom području, ali zbog pljuskovitog karaktera oborine i malog mjesečnog srednjaka.

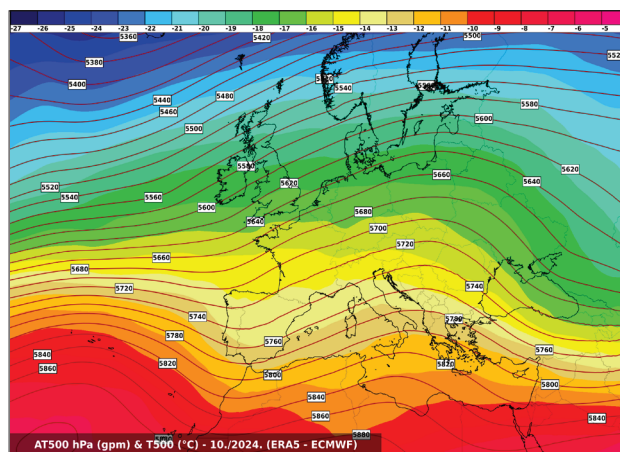
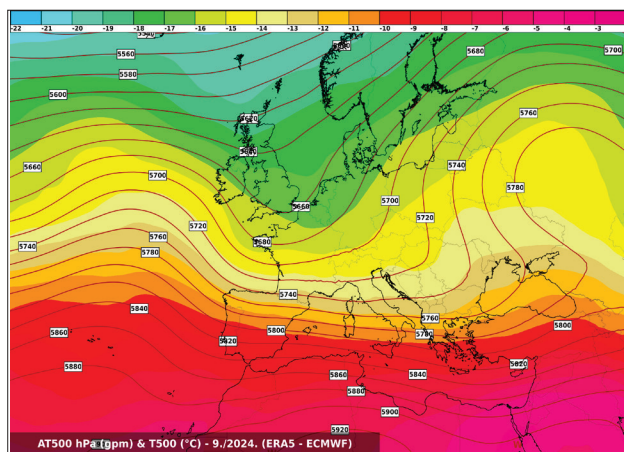
Vrijednost NAO indeksa u lipnju je bila neutralna, u srpnju negativna, a u kolovozu pozitivna. Ekstremna toplina u Hrvatskoj tijekom ljetnih mjeseci bila je posljedica perzistencije termobaričkog grebena iznad gotovo cijele južne polovine Europe. Pritom je u kolovozu gradijent u polju tlaka između islandske ciklone i azorske anticiklone bio povećan, a u srpnju smanjen, no to nije utjecalo na raspodjelu topline ni na srednje strujanje iznad naših krajeva.

U rujnu je prema srednjem mjesečnom visinskom strujanju iznad sjeverne polovine Europe te iznad središnjih i jugoistočnih krajeva bila dolina. Greben se pružao iznad Atlantskog oceana, a drugi je bio iznad krajnjeg istoka Europe. U takvim je okolnostima u naše krajeve pritjecao vlažan i ne odveć topao zrak. Srednja mjesečna temperatura zraka na 2 m bila je malo viša od klimato-loškog srednjaka (1991. – 2020.), a količina je oborine bila veća od prosječne, pri čemu je ponegdje bilo vrlo kišno i ekstremno kišno.

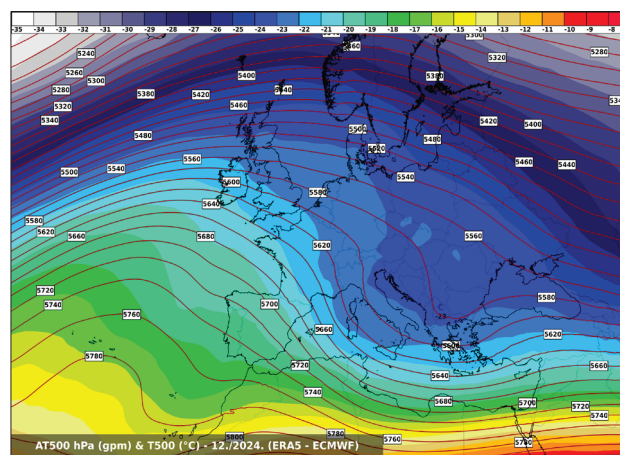
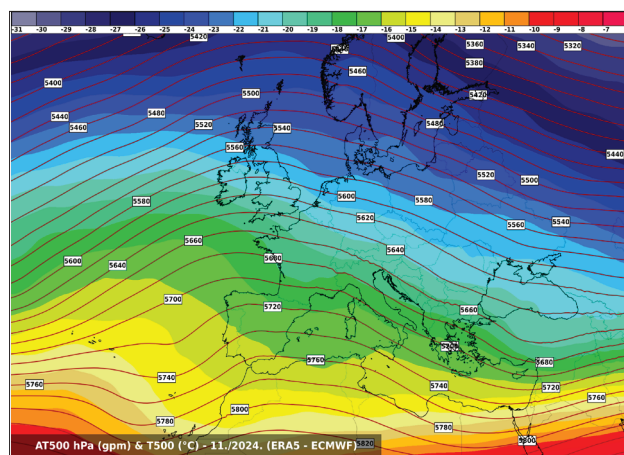
Srednje je mjesečno strujanje u listopadu nad našom zemljom bio termobarički greben, koji se od sjevera Afrike i središnjeg Sredozemlja pružao preko naših krajeva do sjeveroistoka kontinenta. Dolina je bila na jugozapadu Europe, stoga nam je pritjecao topao i ne odveć vlažan zrak. Srednja mjesečna temperatura zraka na 2 m u listopadu je bila zamjetno viša od klimato-loškog srednjaka (1991. – 2020.). Mjesečna količina oborine bila je uglavnom oko prosječne, na krajnjem jugu manja od prosječne, dok je kišnije bilo na krajnjem zapadu zemlje.

U studenom je prema srednjem mjesečnom strujanju na AT 500 hPa bio greben koji je zahvaćao veći dio zapadne Europe te su naši krajevi bili na njegovoj pred-





Slika 2.5. Srednje mjesečne geopotencijalne visine iznad morske razine (dam) i temperatura zraka (°C) na izobarnoj plohi 500 hPa (skraćeno: AT 500 hPa) za: a) rujan (lijevo) i b) listopad (desno) za 00 UTC (izvor ECMWF).



Slika 2.6. Srednje mjesečne geopotencijalne visine iznad morske razine (dam) i temperatura zraka (°C) na izobarnoj plohi 500 hPa (skraćeno: AT 500 hPa) za: a) studeni (lijevo) i b) prosinac (desno) za 00 UTC (izvor ECMWF).

njoj strani. Dolina je bila iznad Atlantskog oceana, zapadno od Portugala, a druga dolina iznad jugoistočne Europe i Male Azije. Stoga nam je pritjecao ne odveć topao i vlagom relativno siromašan zrak sa sjeverozapada. Srednja mjesečna temperatura zraka na 2 m bila je malo niža od prosjeka ili oko prosjeka. Ukupna mjesečna količina oborine u unutrašnjosti je uglavnom bila oko prosječne, a na Jadranu je bilo sušnije.

U rujnu je vrijednost NAO indeksa bila negativna, što znači da je gradijent u polju tlaka zraka između islandske ciklone i azorske anticiklone bio smanjen te su putanje ciklona bile južnije, odnosno preko našeg dijela Europe. Vrijednost NAO indeksa u listopadu i studenom i dalje je bila negativna, ali bliže neutralnoj pa su gradijenti između islandske ciklone i azorske anticiklone bili malo povećani, što je rezultiralo dvama različitim mjesecima u našoj zemlji – listopad je obilježio dotok toplog i povremeno vlažnog zraka sa zapada, a u studenom je bila jače izražena sjeverna komponenta strujanja te nam je pritjecao hladniji i suši zrak.

U prosincu je prema srednjem mjesečnom visinskom strujanju iznad Atlantskog oceana i zapadne Europe bio greben. Iznad dijela Sredozemlja i jugoistoka Europe bila je pozitivno nagnuta dolina, odnosno imala

je os u smjeru jugozapad – sjeveroistok položenu malo zapadnije od naše zemlje. Naši su krajevi bili između grebena i doline te nam je stoga, ovisno o međusobnom položaju tih dvaju sustava, pritjecao ne odveć topao zrak povremeno bogatiji ili siromašniji vlagom. Srednja je mjesečna temperatura zraka na 2 m u cijeloj zemlji u prosincu bila malo viša od prosječne. Količina oborine u većini je krajeva bila oko prosjeka, malo je sušnije bilo na sjeverozapadu Hrvatske, a kišnije na krajnjem istoku i na jugu na nekim otocima.

Nakon negativnih vrijednosti NAO indeksa tijekom jesenskih mjeseci u prosincu je njegova vrijednost bila izrazito pozitivna. Dakle, gradijenti u polju tlaka zraka između islandske ciklone i azorske anticiklone bili su povećani uz dotok ne odveć toplog i vlagom razmjerno siromašnog zraka. Vlažniji je zrak ipak češće stizao do istočnih i južnih predjela zbog položaja doline.

Zaključak

Najčešće srednje mjesečno stanje iznad naše zemlje u 2024. godini bio je termobarički greben. Dolina je dominantno djelovala na vrijeme u rujnu, u većem dijelu

zemlje i u svibnju (jug zemlje bio je pod utjecajem grebena). Tijekom lipnja i studenog naši su krajevi bili između doline i grebena, pri čemu je razlika srednjeg mjesečnog strujanja između ta dva mjeseca bila velika – u lipnju je dolina bila zapadnije od nas, greben istočnije, a u studenom je iznad zapadnog dijela Europe bio greben, dok se dolina pružala istočnije od nas.

Os grebena bila je položena preko naših područja ili vrlo blizu nas u ožujku, travnju, srpnju, kolovozu i listopadu. U takvim nam je okolnostima pritjecao i iznad nas se zadržavao razmjerno topao zrak pa su svi ti mjeseci prema ocjeni klime bili zamjetno topliji od prosjeka. Uz to u tim je mjesecima zabilježen dotok zraka relativno siromašnog vlagom pa je količina oborine bila uglavnom manja od prosječne. Iznimka je ožujak koji je zbog pritjecanja vlažnog zraka s jugozapada u većini predjela Hrvatske bio bogatiji kišom od prosjeka.

Jedini mjesec koji je prema srednjem mjesečnom strujanju bio pod dominantnim djelovanjem doline bio je rujan koji je stoga bio relativno topao, ali i kišovit. U skladu je to s uobičajenom korelacijom indeksa sjevernoa-

tlantske oscilacije (NAO) s mjesečnim temperaturnim i oborinskim prilikama.

U ostalim mjesecima ta korelacija nije bila tako očita. Primjerice, u ožujku je vrijednost indeksa bila blago negativna, a količina je oborine u većini područja bila veća od prosjeka, što je bila posljedica dotoka toplog i vlažnog zraka s jugozapada na stražnjoj strani grebena ili na prednjoj strani doline koja je bila zapadnije od naših krajeva. U veljači i prosincu vrijednost NAO indeksa bila je pozitivna. Dakle, gradijenti u polju izobara između islandske ciklone i azorske anticiklone bili su povećani i prema uobičajenoj korelaciji u našim krajevima u takvim okolnostima vlada toplina uz manjak oborine. To je bio slučaj u veljači, no u prosincu je češće bila izražena sjeverna komponenta strujanja na granici između grebena i doline te nam je pritjecao ne odveć topao i vlagom razmjerno siromašan zrak.

Zbog takvih srednjih mjesečnih strujanja 2024. godina bila je zamjetno toplija od prosjeka, pri čemu je godišnja količina oborine u većini područja bila oko prosječne, rijetko uz pozitivna ili negativna odstupanja od prosjeka.

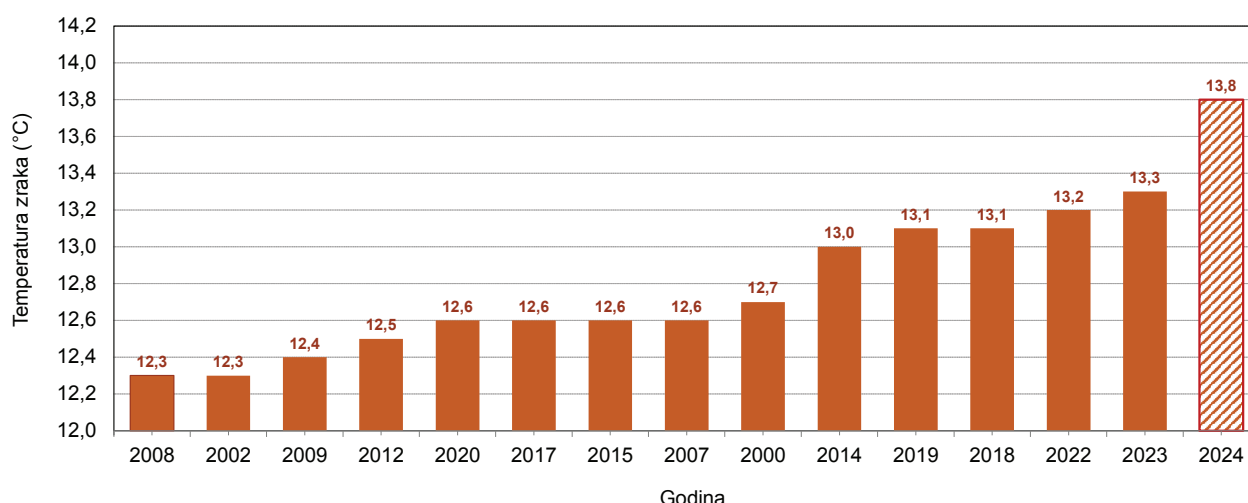
3. ANALIZA RANGOVA I TRENDOVA SREDNJIH GODIŠNJIH TEMPERATURA ZRAKA I GODIŠNJIH KOLIČINA OBORINE ZA POSTAJE ZAGREB-MAKSIMIR I SPLIT-MARJAN U 2024.

Tanja Likso

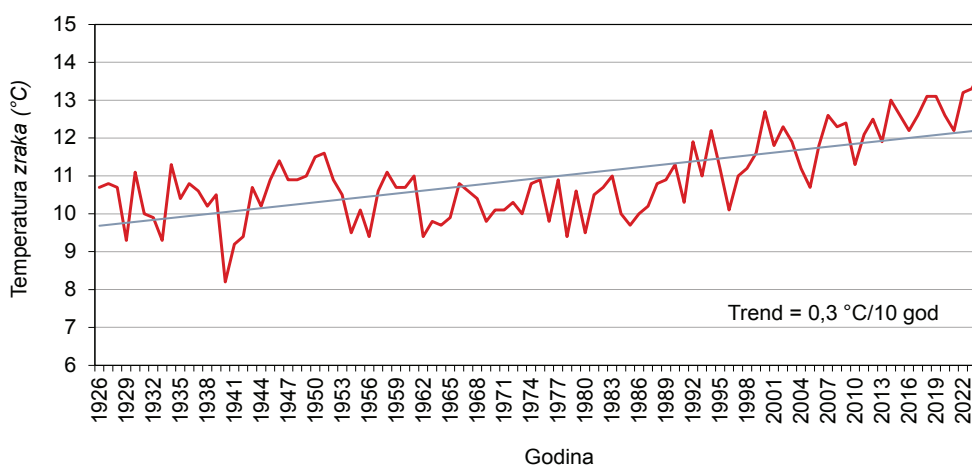
Za postaju Zagreb-Maksimir srednja godišnja temperatura zraka za 2024. godinu iznosi 13,8 °C, zbog čega je 2024. najtoplija godina otkad postoje meteorološka mjerenja na toj postaji (slika 3.1). Trend srednjih godišnjih temperatura zraka za Zagreb-Maksimir prikazan je na slici 3.2. Očigledan je daljnji pozitivan trend srednje godišnje temperature zraka (0,3 °C/10 god) uz odgovarajuće međugodišnje varijacije. Primjetno je da je nakon sredine 80-ih godina prošlog stoljeća trend srednje godišnje temperature zraka znatno naglašeniji nego u prethodnom razdoblju, što se povezuje s globalnim zatopljenjem uzrokovanim prije svega ljudskim aktivnostima, osobito uporabom fosilnih goriva i promjenama u korištenju zemljišta, odnosno urbanizaciji. Za razliku od

trenda srednjih godišnjih temperatura zraka trend godišnjih količina oborine za Zagreb-Maksimir (-0,8 mm/10 god), prikazan na slici 3.3, nije signifikantan. I u ovom se slučaju uočavaju znatne međugodišnje varijacije.

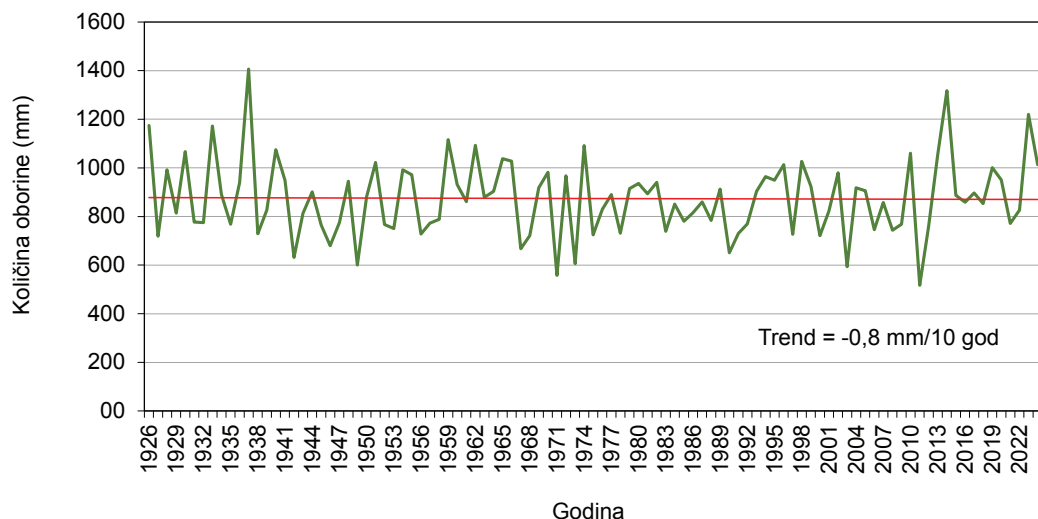
Za postaju Split-Marjan srednja godišnja temperatura zraka za 2024. godinu iznosi 18,7 °C, zbog čega je 2024. najtoplija godina otkad postoje sustavna meteorološka mjerenja na toj postaji (slika 3.4). Trend srednjih godišnjih temperatura zraka za Split-Marjan prikazan je na slici 3.5. Slično kao za Zagreb-Maksimir uočava se pozitivan trend srednje godišnje temperature zraka (0,2 °C/10 god) uz međugodišnje varijacije. Nakon sredine 80-ih godina prošlog stoljeća trend srednje godišnje temperature zraka naglašeniji je nego u prethodnom



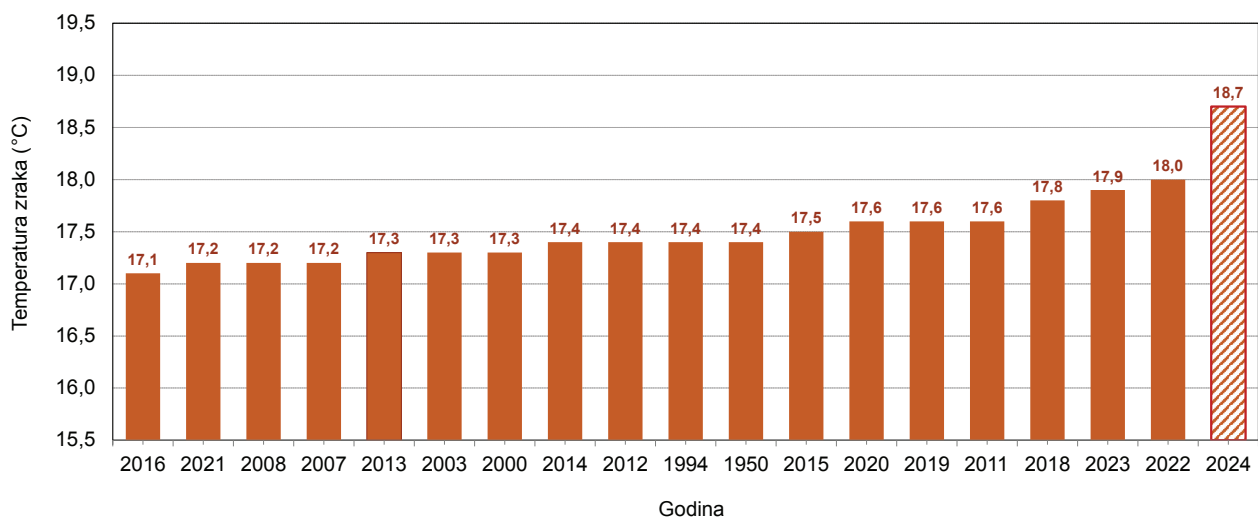
Slika 3.1. Deset skupina najtoplijih godina od početka meteoroloških motrenja (1926. – 2024.) za Zagreb-Maksimir.



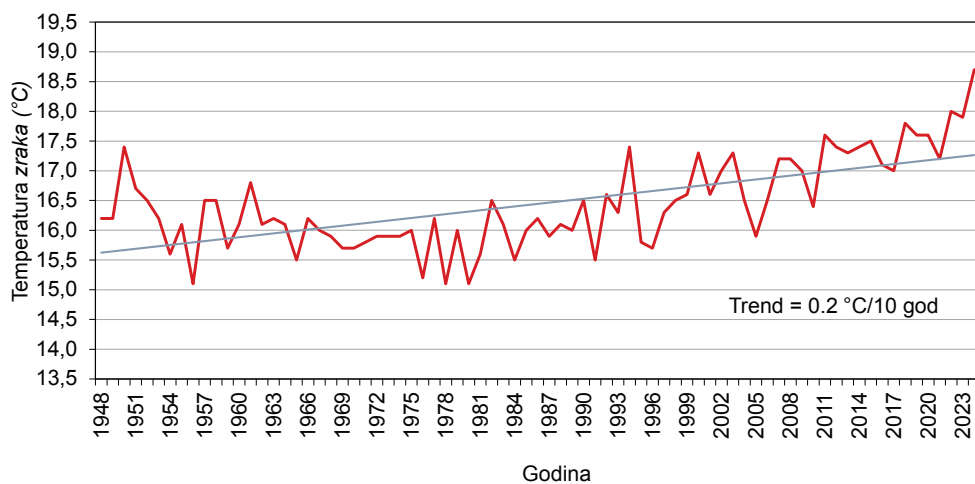
Slika 3.2. Srednje godišnje temperature zraka (crvena linija) za Zagreb-Maksimir za razdoblje 1926. – 2024. i linearni trend (siva linija).



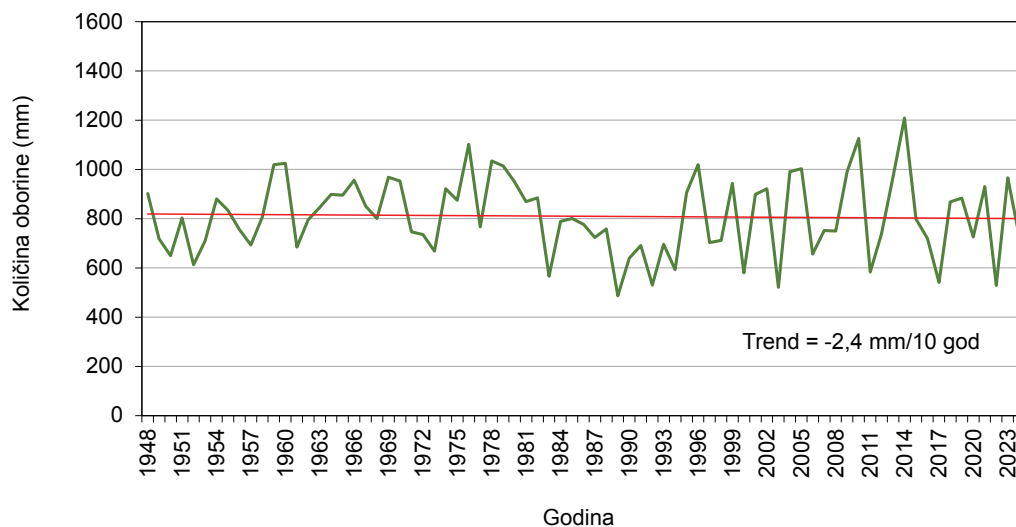
Slika 3.3. Godišnje količine oborine (zelena linija) za Zagreb-Maksimir za razdoblje 1926. – 2024. i linearni trend (crvena linija).



Slika 3.4. Deset skupina najtoplijih godina od početka meteoroloških motrenja (1948. – 2024.) za postaju Split-Marjan.



Slika 3.5. Srednje godišnje temperature zraka (crvena linija) za Split-Marjan za razdoblje 1948. – 2024. i linearni trend (siva linija).



Slika 3.6. Godišnje količine oborine (zelena linija) za Split-Marjan za razdoblje 1948. – 2024. i linearni trend (crvena linija).

razdoblju, što se objašnjava globalnim zatopljenjem, a kao posljedica antropogenog utjecaja. Za razliku od trenda srednjih godišnjih temperatura zraka trend go-

dišnjih količina oborine za postaju Split-Marjan (-2,4 mm/10 god), prikazan na slici 3.6, nije signifikantan.

4. ANALIZA DNEVNIH ANOMALIJA TEMPERATURE ZRAKA I KOLIČINE OBORINE ZA POSTAJE ZAGREB-MAKSIMIR I SPLIT-MARJAN U 2024.

Tanja Likso

Prikazana analiza klimatskih anomalija u poglavlju 1 daje općenitu ocjenu klime u Hrvatskoj za 2024. godinu. Detaljniji uvid od prikazanog može omogućiti analiza vremenskih pojava na vremenskoj ljestvici koja nije unaprijed definirana, nego ovisi o trajanju klimatskog odnosno vremenskog događaja. Na slici 4.1 prikazane su srednje dnevne temperature zraka u 2024. godini (zelena linija) u odnosu na dugogodišnji prosjek (1926. – 2023.) (crvena linija) i dnevne količine oborine za 2024. godinu (plavi stupići) na postaji Zagreb-Maksimir⁵. Prevladavala su pozitivna odstupanja srednje dnevne temperature zraka u odnosu na navedeni dugogodišnji prosjek⁶. Na slici 4.2 prikazane su srednje dnevne temperature zraka za meteorološku postaju Split-Marjan u usporedbi s du-

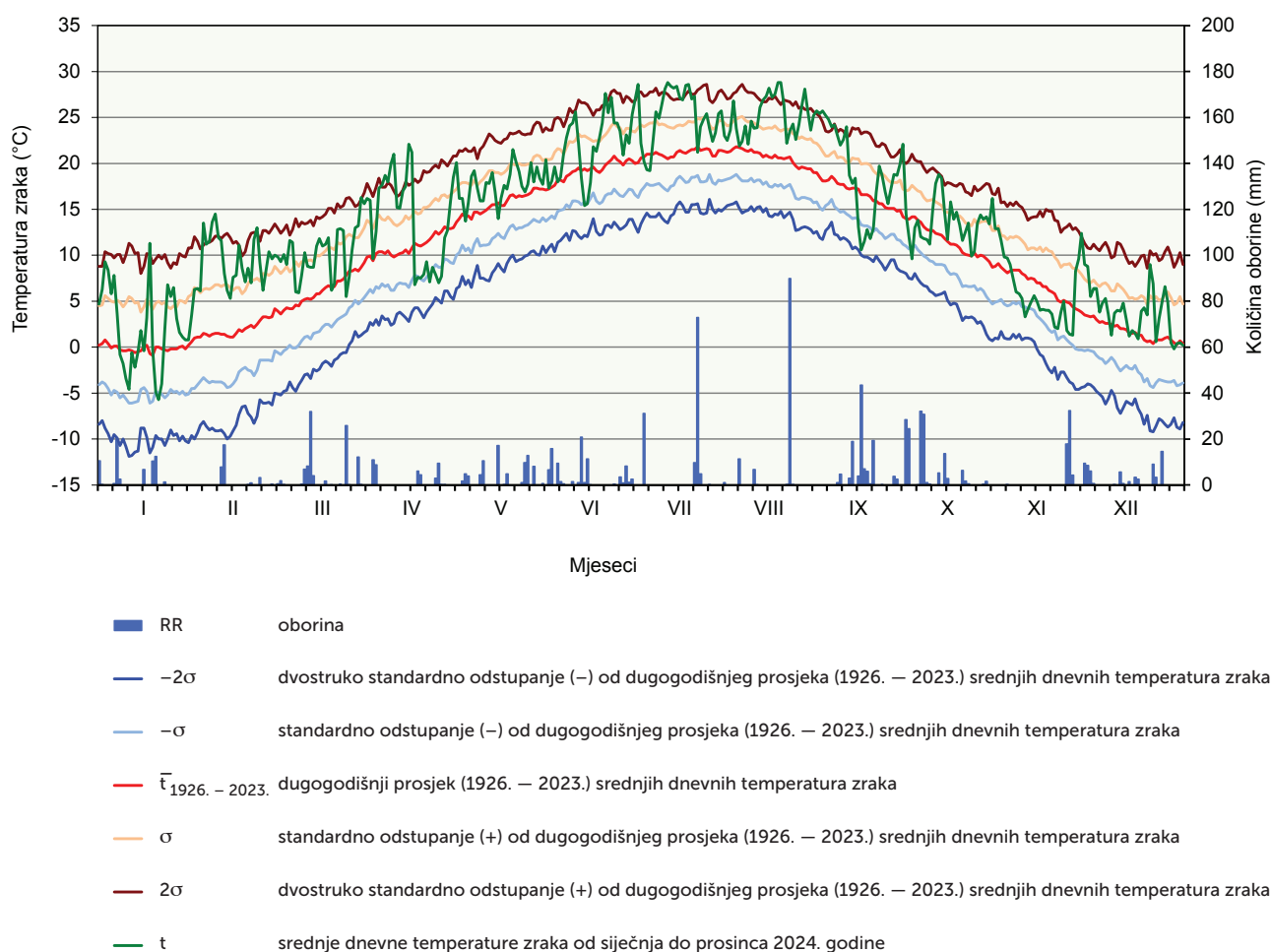
gogodišnjim prosjekom (1948. – 2023.) i dnevne količine oborine za 2024. godinu.

Prema Chapmanovu kriteriju izvanredno toplim smatra se dan u kojem pozitivna anomalija srednje dnevne temperature zraka premaši dvije standardne devijacije, dok se izvanredno hladnim smatra dan u kojem negativna anomalija premaši dvije standardne devijacije.

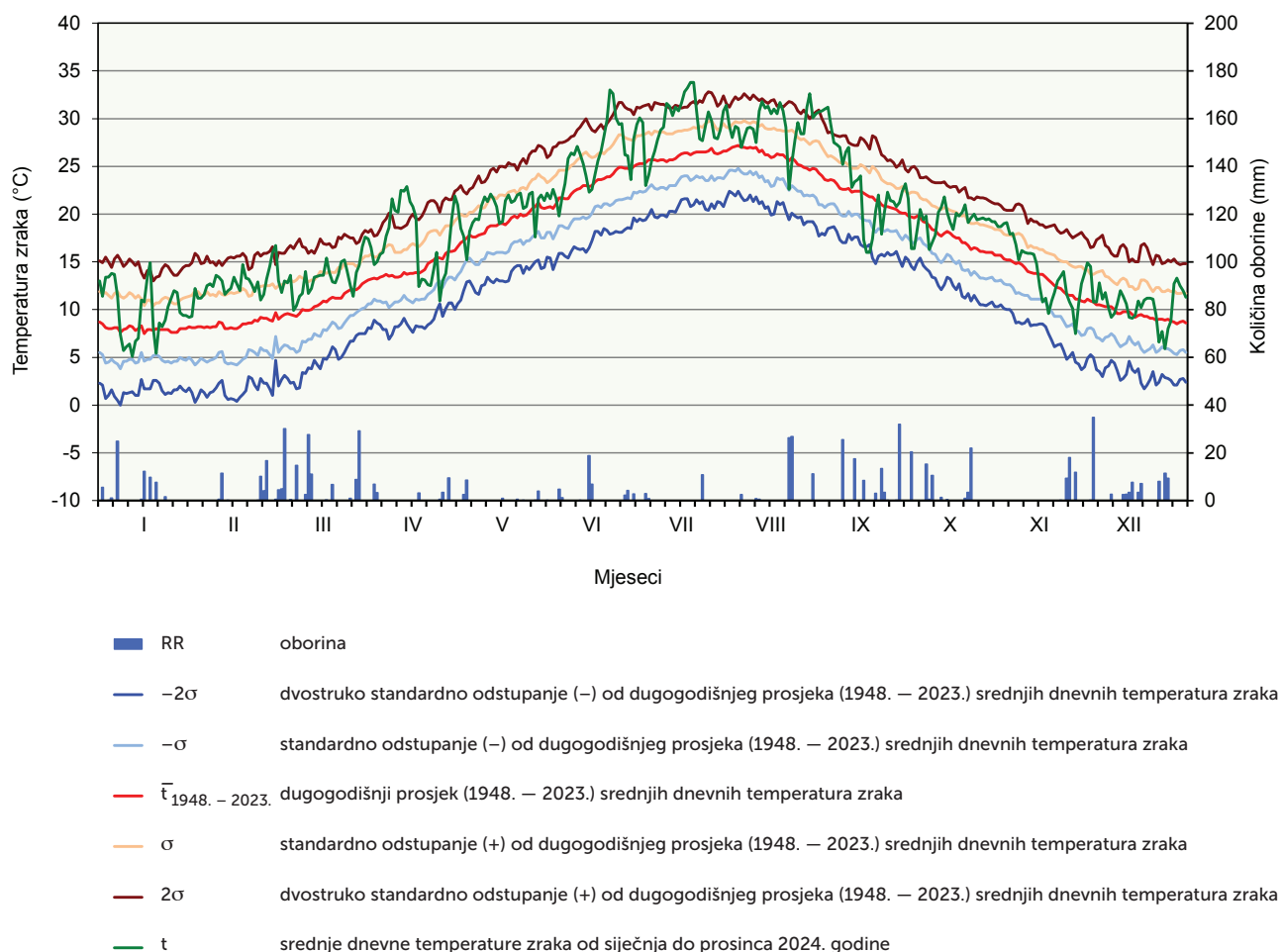
Na slici 4.1 vidljivi su izvanredni dani tijekom 2024. godine za postaju Zagreb-Maksimir. Vizualnom ocjenom može se zaključiti da su prevladavala razdoblja s pozitivnim anomalijama srednje dnevne temperature zraka u odnosu na dugogodišnji prosjek, što je rezultiralo pozitivnim godišnjim anomalijama prikazanim u poglavlju 1. Tijekom 2024. godine na postaji Zagreb-Maksimir nije

⁵ Počevši s Prikazima 32, analiziraju se podaci s postaje Zagreb-Maksimir umjesto Zagreb-Griča zbog prekida u radu postaje Zagreb-Grič nakon jakog potresa koji je pogodio Zagreb i šire zagrebačko područje 22. ožujka 2020. godine.

⁶ Meteorološki podaci za razdoblje 1926. – 1960. nisu prošli postupak kontrole kvalitete prema današnjim standardima.



Slika 4.1. Srednje dnevne temperature zraka za meteorološku postaju Zagreb-Maksimir u odnosu na dugogodišnji prosjek (1926. – 2023.) i dnevne količine oborine za 2024. godinu.



Slika 4.2. Srednje dnevne temperature zraka za meteorološku postaju Split-Marjan u odnosu na dugogodišnji prosjek (1948. – 2023.) i dnevne količine oborine za 2024. godinu.

bilo izvanredno hladnih dana, dok je broj izvanredno toplih dana bio u rasponu od jednog dana (početkom druge polovine siječnja, krajem ožujka i krajem studenog 2024.) do jedanaest dana tijekom kolovoza 2024. godine. Na slici 4.1 također su prikazane dnevne količine oborine za Zagreb-Maksimir u 2024. godini. Kao što je vidljivo iz poglavlja 1, zbroj dnevnih količina oborine za 2024. bio je veći od višegodišnjeg prosjeka. Siječanj, srpanj i rujna bili su kišoviti, dok je ožujak bio izrazito kišovit.

Slika 4.2 prikazuje izvanredne dane tijekom 2024. godine za postaju Split-Marjan. Vizualnom ocjenom može se zaključiti da su prevladavale pozitivne ano-

malije srednje dnevne temperature zraka u odnosu na dugogodišnji prosjek (1948. – 2023.). Tijekom 2024. na postaji Split-Marjan zabilježena su samo dva izvanredno hladna dana, i to u rujnu 2024. godine. Osim navedenih izvanredno hladnih dana rujna 2024. imao je i dva izvanredno topla dana. Broj izvanredno toplih dana bio je u rasponu od jednog dana (početkom druge polovine siječnja i posljednjeg dana veljače) do devet dana tijekom travnja 2024. godine. Ukupna godišnja količina oborine bila je manja od prosjeka (poglavlje 1), pri čemu je znatniji manjak oborine zabilježen u travnju, svibnju i studenom, dok su kolovoz i rujna bili kišoviti, a ožujak izrazito kišovit.

5. IZVANREDNI METEOROLOŠKI DOGAĐAJI U HRVATSKOJ U 2024.

5.1 Sažetak izvanrednih događaja u 2024.

Krunoslav Mikec

Trend globalnog zatopljenja nastavljen je i u 2024. godini, koja je na globalnoj razini bila najtoplija godina otkad postoje meteorološka mjerenja, pri čemu su zabilježeni brojni ekstremni meteorološki događaji diljem svijeta, često i na području Europe i u našem susjedstvu.

Godina 2024. i u našoj je zemlji, uz toplinu, vrućinu te već uobičajen izostanak prave zime, donijela ekstremne meteorološke događaje – grmljavinska nevremena s olujnim vjetrom i tučom te obilnom kišom, zatim epizode s velikom količinom oborine uz bujične i urbane poplave, dane s olujnim i orkanskim vjetrom, posebno na moru, te četiri-pet dana sa snijegom, i to uglavnom u gorskoj Hrvatskoj. Srpanj i kolovoz obilježila su tri dugotrajna toplinska vala.

Godina je započela iznadprosječnom toplinom koja je u siječnju bila prekidana povremenim prodorima hladnijeg i vlažnog zraka uz kišu, a prvog siječnja čak i grmljavinom u kopnenim područjima. Prvi hladniji prodor zabilježen je 7. siječnja uz olujnu buru na moru, a drugi 19. siječnja. Taj je bio izraženiji te je Operativni centar civilne zaštite slao tzv. SRUUK poruke na mobilne telefone građana zbog opasnog vremena, tj. zbog snijega i olujnog vjetera ponajprije u gorskoj Hrvatskoj. Snijeg je pao u gotovo cijeloj unutrašnjosti, a bilo ga je i mjestimice na obali gdje je puhala i olujna i orkanska bura.

Snijega u veljači nije bilo – mjesec je bio obilježen neuobičajenom toplinom pa su ga u većini krajeva Hrvatske klimatolozi ocijenili „ekstremno toplim“. Česti su bili dani s južinom, odnosno jakim jugozapadnjakom na kopnu te jakim i olujnim jugom na moru, koje je najveće probleme prouzročilo 23. veljače na sjevernom dijelu Jadrana kada je bilo štete u Opatiji, Crikvenici, na Krku i Cresu. Obilnije oborine zabilježene su 11. te 24., 25. i 27. veljače, i to uglavnom u dolini Neretve. Povodanj i bujične poplave pogodili su tih dana područje Vrgorca, Opuzena i Metkovića. U Opuzenu je 26. veljače izmjereno 127 mm kiše, u Matkoviću 130 mm

Iako je i u ožujku nastavljen trend iznadprosječne topline, bilo je i dana sa snijegom koji je 23. i 24. ožujka zabijelio velik dio unutrašnjosti, a najviše ga je palo na Sljemenu – 25 cm na postaji Puntijarka. Samo nekoliko dana poslije stiglo je zatopljenje te je oko Uskrsa temperatura bila gotovo ljetna, na istoku zemlje dosežala je i 29 °C. Prisutnost velike količine saharske prašine u zraku smanjivala je vidljivost, poglavito 27. ožujka. A prije toga, uz razmjerno česte prolaskes sredozemnih ciklona, bilo je dana s velikom količinom kiše i olujnim jugom na moru. Izdvaja se 2. ožujka kada je bila izražena nestabilnost te je lokalno pala tuča, koja je primjerice zabijelila Sveti Filip i Jakov gdje je bilo debljih nanosa leda. Kišan je bio 11. dan ožujka, i to osobito ponovno na području Vrgorca te na području Zadra gdje je zabilježena rekordna dnevna količina oborine u ožujku od 163,6 mm (poglavlje 5.2).

Travanj je pokazao dvije potpuno različite strane – prva polovina bila je pretežito stabilna, topla i vrlo topla,

čak i s vrućim danima, a druga je bila hladnija i nestabilnija s češćom oborinom. Dana 14. travnja temperatura zraka u Karlovcu iznosila je čak 31,6 °C, u Zagrebu na postaji Maksimir 30,5 °C, a u Delnicama 25,2 °C. Samo dva dana poslije pao je snijeg. Hladna fronta donijela je zamjetno hladniji zrak uz pad temperature za 10 do 20 °C u odnosu na 15. travnja te je kiša prešla u snijeg u Hrvatskom zagorju, na Sljemenu i ponegdje u Lici (poglavlje 5.3). Kao i prošlih godina ni ova nije mogla proći bez kasnoproletnog mraza koji je napravio velike štete na biljnim kulturama, primjerice u Međimurskoj, Varaždinskoj, Požeško-slavonskoj i Sisačko-moslavačkoj županiji od 21. do 24. travnja te ponovno 26. travnja (poglavlje 5.4). Pritom je u Gorskom kotaru opet pao snijeg – u Delnicama ga je 23. travnja bilo 14 cm.

Promjenljivo i ne odveć toplo vrijeme nastavljeno je i u svibnju, uz više kiše u unutrašnjosti, dok je na moru bilo sušnije. Počela je sezona grmljavinskih nevremena koja su obilježila razdoblje od 21. do 31. svibnja. Najprije je 21. svibnja bilo nevremena u sjeverozapadnim područjima, primjerice u Međimurju oko Štrigove pala je tuča, a u Slavoniji je puhao olujni vjetar koji je u Đakovu odnio krov s nogometnog stadiona. Potom je 28. svibnja bilo obilne kiše u Istarskoj i Primorsko-goranskoj županiji – poplavljeni su dijelovi Novigrada, Opatije i Rijeke, a 31. svibnja „potopljen“ je Krk, gdje je zabilježena rekordna svibanjska dnevna količina oborine od 167,5 mm. Posljednjeg je dana u mjesecu niz grmljavinskih nevremena zabilježen od sjevernog Jadrana sve do istoka zemlje.

Sezona izraženih nestabilnosti nastavljena je u lipnju, mjesecu koji je donio i prvi toplinski val od 19. do 21. (poglavlje 5.6). Temperatura zraka u Dalmaciji iznosila je gotovo 40 °C. Povijesno rekordne maksimalne temperature zraka za lipanj izmjerene su na postajama Split – Marjan (38,5 °C, 20. lipnja), Split – aerodrom (38,8 °C, 20. lipnja) i Dubrovnik – aerodrom (36,6 °C, 21. lipnja). Uz to ponovno su tih dana bile povećane koncentracije saharske prašine u zraku. Prvo olujno nevrijeme u mjesecu stiglo je 3. lipnja s mjestimičnom obilnom kišom. Rasinja kod Koprivnice bila je pod metrom vode, a na istoku, oko Tovarnika, Iloka, Županje, bilo je tuče veličine lješnjaka. Potom je 12. lipnja nevrijeme zahvatilo Split i okolicu. Poljud je bio potopljen, dok je tuča na Čiovu, prema medijskim izvještajima, stvorila nanos od desetak cm leda.

Najsnažnije nevrijeme zabilježeno je 1. srpnja, a krenulo je iz Slovenije. Olujni vjetar najprije je zahvatio središnje predjele, a najgore je bilo oko Slavonskog Broda te osobito u Bošnjacima gdje je padala tuča veličine oraha i teniske loptice te nanijela goleme štete na objektima, infrastrukturi i biljnim kulturama. Među ostalim stradale su rode u gnijezdima štiteći svoje mlade. Jaki pljuskovi s olujnim vjetrom i tučom 13. srpnja pogodili su dio sjeverozapadne Hrvatske (poglavlje 5.5.). Potom se 20. srpnja ponovilo slično, pri čemu je u Knegincu kod Varaždina vjetar srušio silos, a urbane su poplave zabilježene u dijelovima Zagreba. Dana 28. srpnja snažno je nevrijeme zahvatilo područje Ogulina, gdje je u oko 1 sat palo čak 70 mm oborine. Osim nestabilnosti srpanj je bio obilježen velikom vrućinom i toplinskim valom koji

je trajao desetak dana sredinom mjeseca i tijekom kojeg je zbog velike količine vlage u zraku bilo vrlo sparno. Srušeni su i rekordi u potrošnji električne energije zbog povećane potrebe za radom uređaja za hlađenje (poglavlje 5.6).

Vruće i vrlo vruće nastavljeno je i u kolovoza. Dugotrajni toplinski val bio je izraženiji na Jadranu gdje je danima bila vrlo velika (crvena) opasnost od vrućine koja može djelovati na zdravlje (poglavlje 5.6). Vrlo je visoka bila i temperatura mora, ponegdje i 29 – 30 °C. Naravno, bilo je nestabilnijih razdoblja s izraženim pljuskovima i olujnim vjetrom: 2. kolovoza u Međimurju gdje je olujni vjetar napravio štetu u Svetoj Mariji, zatim 8. kolovoza na zadarskom području gdje je jedrilicu vjetar izbacio na kopno, 14. kolovoza u Istri je bilo olujnog vjetra i tuče, a 19. kolovoza nevrijeme je zahvatilo zagrebačko te splitsko područje.

U mnogim je krajevima tijekom ljetnih mjeseci vladala suša te je proglašena prirodna nepogoda zbog nedostatka oborine i posljedično velikih šteta na urodima. Rujan je, međutim, donio naglu promjenu – u mnogim je područjima bio kišan, mjestimice čak vrlo ili ekstremno kišan. Nakon vrlo toplog i vrućeg početka, u kojem je nevrijeme zabilježeno 6. rujna u Dalmaciji, a 9. rujna na dubrovačkom području gdje je obilna kiša prouzročila urbane poplave u gradu te je Stradun bio pod vodom, nagla je promjena vremena stigla 12. i 13. rujna. Padala je kiša, nastupilo je zahladnjenje te je temperatura u Slavoniji pala za gotovo 20 °C. Obilna je oborina zabilježena ponegdje na Jadranu, primjerice u Božavi čak 229,6 mm u jednom danu. Jedna od većih zanimljivosti dana bila je pojava morske pjene u Novigradu, no još je značajnija bila ciklona Boris koja je u sljedećim danima u dijelu središnje Europe izazvala obilne kiše, poplave te velike materijalne štete i ljudske žrtve u zemljama u našoj blizini. U posljednjem desetodnevju rujna od te se oborine očekivao i porast vodostaja rijeka koje k nama dolaze iz tih zemalja, posebno Dunava. Vodeni val ušao je u Hrvatsku 24. rujna, a vodostaj od 708 cm u Batini srećom nije prouzročio tako velike štete i probleme (poglavlje 5.7).

Zbog urbanih i bujičnih poplava problema je, međutim, bilo u listopadu u nekim gradovima – 2. listopada u Novigradu, zatim 3. u Ogulinu i 5. u Podgori. Nakon sredine mjeseca ponovno je zatopilo te je u Slavoniji temperatura porasla gotovo do 30 °C. Pritom je do kraja mjeseca bilo stabilnije i većinom bez oborine, na kopnu s čestom maglom.

A nakon 17 uglavnom iznadprosječno toplih mjeseci u našoj zemlji studeni je, prvi nakon svibnja 2023. godine, u većini područja bio manje topao od prosjeka ili najviše prosječno topao. Pritom su prve dvije trećine mjeseca bile uglavnom stabilne uz malo ili nimalo oborine. I dok je u dane nakon sredine mjeseca na moru bilo većinom ugodno toplo, na kopnu su zabilježeni prvi ozbiljniji jutarnji mrazovi ove jeseni. Promjena vremena nastupila je u razdoblju od 21. do 23. studenog. Padala je kiša, ponegdje i obilna, koja je sa zahladnjenjem prešla u snijeg, posebice u gorju gdje ga se skupilo 10-ak cm. Na moru je zapuhala olujna bura. Bura je obilježila posljednja dva dana studenog i prvi dan prosinca. Ponegdje je bila orkanska i zatvorila je na više od jednog dana promet autocestom A1 od kopna prema moru između Svetog Roka i Zadra.

Prosinačke zimske radosti stigle su osmog dana mjeseca. Više od 20 cm snijega palo je u Lici, nešto manje u Gorskom kotaru, a poneki je centimetar zabilježen u dijelu središnje Hrvatske. Uz jak i olujni vjetar ponovno je bilo velikih problema u cestovnom prometu kroz gorsku Hrvatsku, a bura je ograničavala promet u priobalju. Slična situacija sa snijegom i olujnim vjetrom, čak još intenzivnija, ponovila se u dane uoči Božića koji je nakon niza godina u nekim dijelovima kontinentalne Hrvatske bio „bijeli“, uz to prohladan i vjetrovit. A jedanaestog dana prosinca zabijelio se i Dubrovnik, ali ne od snijega, nego zbog tuče. U gradu su se stvorili debeli nanosi sitnog leda kojeg je bilo i u okolici.

5.2 Oborinske prilike u ožujku 2024.

Ana Starčević, Leonardo Patalen

Za razliku od veljače koja je u većem dijelu zemlje bila u okviru klimatskog prosjeka, a na krajnjem istoku i vrlo sušna, u ožujku 2024. prevladavale su kišne do vrlo kišne prilike. Zbog obilne kiše 11. i 12. ožujka premašeni su i rekordi na pojedinim postajama.

Analiza količine oborine, prema podacima sa 70 meteoroloških postaja DHMZ-a, provedena je usporedbom s referentnim srednjacima za ožujak iz standardnog klimatološkog razdoblja 1991. – 2020. Ekstremne vrijednosti uspoređene su s cjelokupnim nizom mjerenja na pojedinim postajama.

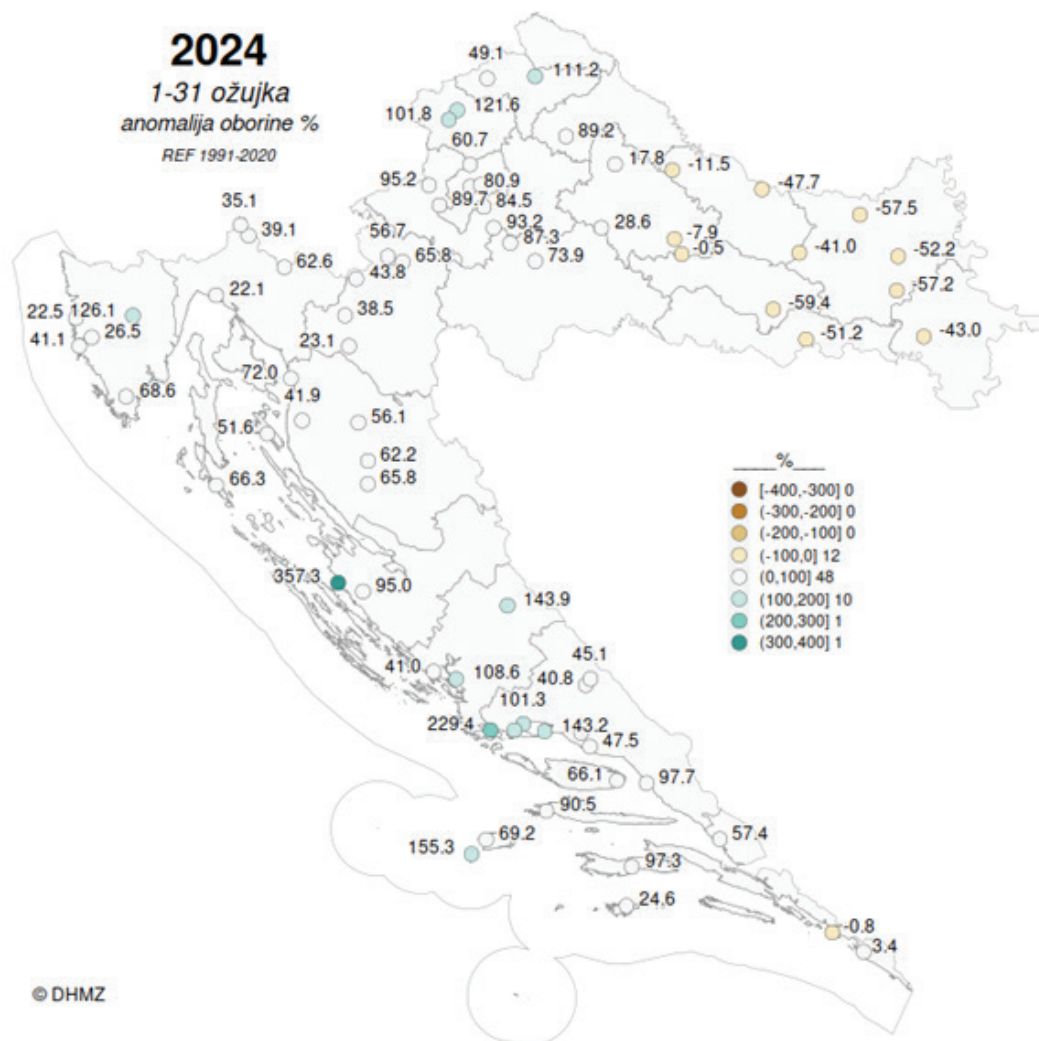
Mjesečne, dnevne i kratkotrajne količine oborine

Ukupna izmjerena mjesečna količina oborine u Zadru (256,1 mm) i Marini (228,6 mm) premašila je dosadašnje rekorde za ožujak u Zadru iz 1985. (202,4 mm), a u Marini iz 2013. (210 mm). Na tim je postajama i dnevna količina oborine izmjerena 11. ožujka 2024. (163,6 mm u Zadru i 92,4 mm u Marini) znatno premašila dotadašnje dnevne maksimume iz ožujka u Zadru (67,1 mm, 22. ožujka 1985.) i u Marini (49,1 mm, 11. ožujka 2010.). Rekordni dnevni maksimumi oborine za ožujak izmjereni su također na postajama Križevci, Varaždin i Krapina, i to 12. ožujka 2024.

Na slici 5.2.1 u postocima su prikazane anomalije ukupne količine oborine u ožujku 2024. (razlike količine oborine u 2024. i višegodišnjeg srednjaka) u odnosu na referentni srednjak. U većem dijelu zemlje odstupanja su bila pozitivna, a najizraženija su bila u Dalmaciji. Najveća pozitivna odstupanja zabilježena su na postajama Zadar (357,3 %), Marina (229,4 %), Biševo (155,3 %), Knin (143,9 %) i Split-Marjan (143,2 %). Na tim je postajama izmjerena dvostruko do gotovo pet puta veća količina oborine od uobičajene za ožujak.

Nasuprot tomu na istoku Hrvatske zabilježene su negativne anomalije. Najizraženiji deficit evidentiran je na postajama Pleternica (-59,4 %), Valpovo-Tiborjanci (-57,5 %), Semeljci (-57,2 %), Osijek (-52,2 %) i Slavonski Brod (-51,2 %). U tim je krajevima palo manje od polovine prosječne mjesečne količine oborine za ožujak, što upućuje na sušne prilike u istočnom dijelu zemlje.

Na slici 5.2.2 prikazana je kumulativna količina oborine za ožujak 2024. (crna linija), koja već 11. ožujka

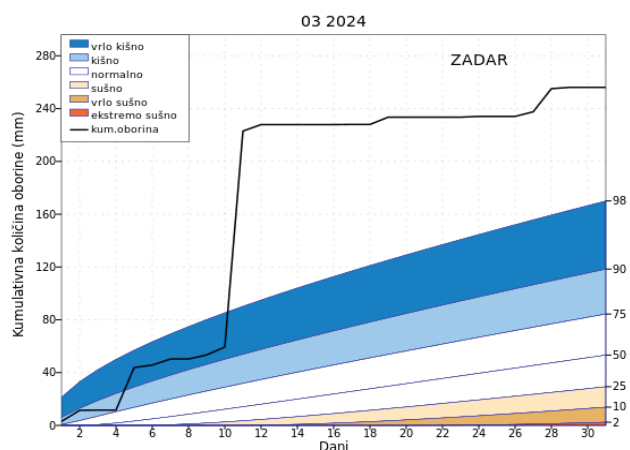


Slika 5.2.1. Anomalija količine oborine (%) izmjerene u ožujku 2024. u odnosu na normalu (1991. – 2020.) na meteorološkim postajama DHMZ-a. Negativne vrijednosti (nijanse smeđe) označavaju deficit oborine, pozitivne vrijednosti (nijanse zelene) suficit oborine. Na legendi je u zagradi naveden broj postaja s oborinom u pojedinoj klasi.

Tablica 5.2.1. Maksimalna količina oborine izmjerena u ožujku 2024. na GMP Zadar za različita trajanja (30 min, 1 – 4 sata, 6, i 12 sati, 1 dan: od 7 h do 7 h), pripadno povratno razdoblje (u godinama), opaženi maksimum u razdoblju 1961. – 2023. i datum kada je izmjeren. Statistička analiza provedena je prema dugogodišnjim podacima s analognog ombrografa.

Trajanje	Maksimalna količina oborine 10./11. ožujka (mm)	Povratno razdoblje za razdoblje 1961. – 2020. (god.)	Maksimum u razdoblju 1961. – 2023. (mm)	Datum maksimuma
30 min	45,3	10	61,8	14. 9. 1967.
1 h	71,6	17	88,3	10. 9. 1986.
2 h	112,2	38	147,3	10. 9. 1986.
3 h	136,5	39	215,6	10. 9. 1986.
4 h	145,2	32	247,4	10. 9. 1986.
6 h	152,1	25	304,1	10. 9. 1986.
12 h	154,8	21	334,6	10. 9. 1986.
1 dan*	163,6	23	352,2	11. 9. 1986.

* Dnevni maksimum oborine izmjeren je kišomjerom 11. ožujka u 7 h i odnosi se na količinu oborine sakupljenu u prethodna 24-sata.



Slika 5.2.2. Kumulativna količina oborine (mm) s GMP Zadar za ožujak 2024. i krivulje teorijskih percentila (2., 10., 25., 50., 75., 90. i 98.) za razdoblje 1981. – 2020.

premašuje vrijednost 98. teorijskog percentila za ožujak, što upućuje na izmjerenu ekstremnu količinu oborine u Zadru.

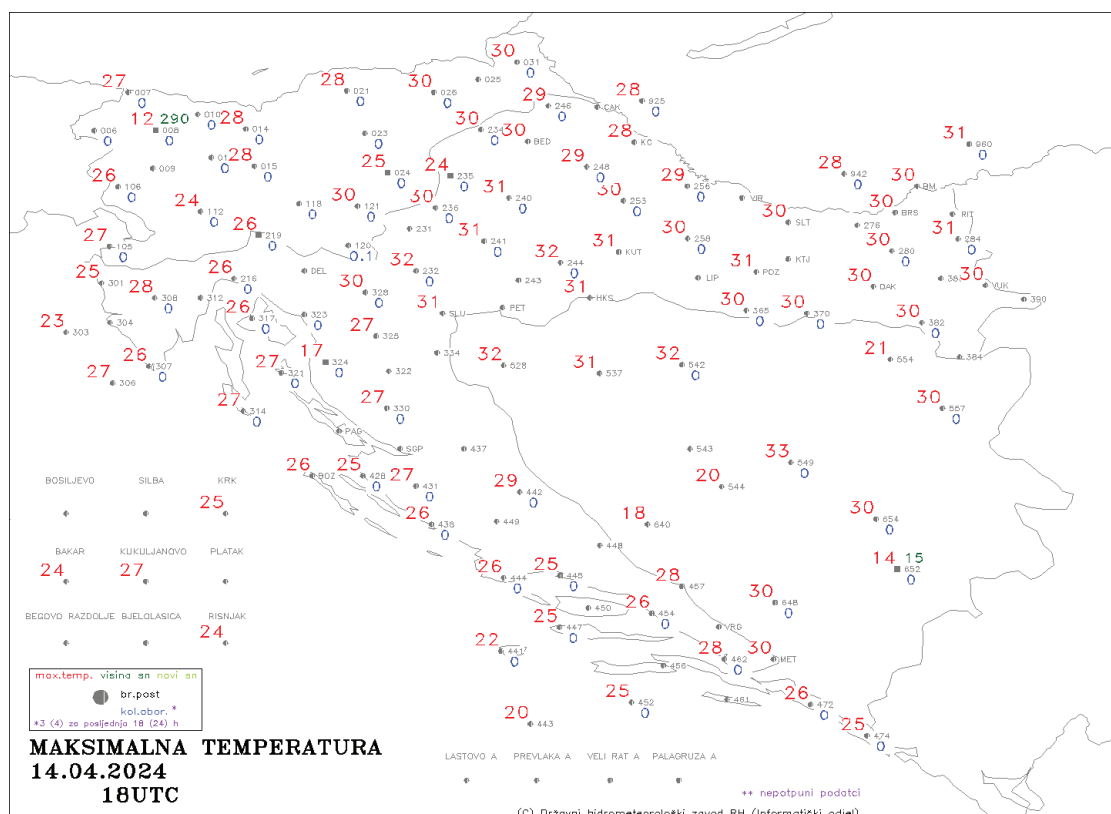
U tablici 5.2.1. navedeni su statistički parametri analize ekstrema kratkotrajne količine oborine izmjerene ombrografom na GMP Zadar, a uspoređeni su s dugogodišnjim podacima (1961. – 2023.) na toj postaji. Maksimalne količine oborine zabilježene za trajanja od 30 minuta do 12 sati tijekom ožujka 2024. mogu se očekivati s povratnim razdobljima u rasponu od 10 do

39 godina. Najveća dnevna količina oborine (163,6 mm) odgovara povratnom razdoblju od 23 godine. Ni za jedno od promatranih trajanja nije premašena maksimalna vrijednost zabilježena u razdoblju 1961. – 2023.

5.3 Nagla promjena vremena uz olujni vjetar 16. travnja 2024.: snijeg u Zagorju, ljeto u Šibeniku

Ena Kožul, Josipa Kuzmić, Iris Odak

U prvoj polovini travnja 2024. vrijeme u Hrvatskoj bilo je iznadprosječno toplo s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka uglavnom iznad 25 °C, a sredinom travnja u središnjoj i istočnoj Hrvatskoj i iznad 30 °C (slika 5.3.1). Pritom su na pojedinim meteorološkim postajama premašene dotadašnje maksimalne vrijednosti temperature zraka za travanj, primjerice u Osijeku, Karlovcu i Krapini. To dugotrajno razdoblje iznadprosječno toplog vremena prekinuto je 16. travnja, kada se dogodio snažan prodor hladnog zraka sa sjeverozapada. Temperatura zraka već u priepodnevnim satima osjetno je pala u sjevernoj i središnjoj Hrvatskoj, zatim i Slavoniji, Gorskom kotaru, Lici te Primorju. Južnije, u Dalmaciji, temperatura zraka i dalje je bila iznadprosječno visoka dosežući vrijednosti između 20 i 25 °C. Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) izdao je pravovremena upozorenja na opasne vremenske pojave za 16. travnja putem platforme METEOALARM te na mrežnoj stranici DHMZ-a. Za osječku, zagrebačku, karlovačku, gospičku, kninsku, splitsku i dubrovačku regiju izdano je žuto, a



Slika 5.3.1. Maksimalna dnevna temperatura zraka 14. travnja 2024. godine.

za riječku i narančasto upozorenje zbog jakog i olujnog vjetera. Također, za osječku, karlovačku, gospičku, kninsku, riječku, splitsku i dubrovačku regiju izdano je žuto upozorenje za lokalno izraženije pljuskove i grmljavinu, a u gospičkoj regiji za stvaranje snježnog pokrivača > 10 cm. Osim toga DHMZ je na temelju dostupnih prognostičkih materijala dan ranije, 15. travnja, izdao posebno priopćenje i ranu najavu izrazite promjene vremena, jakog vjetera te mogućnosti snijega 16. travnja⁷.

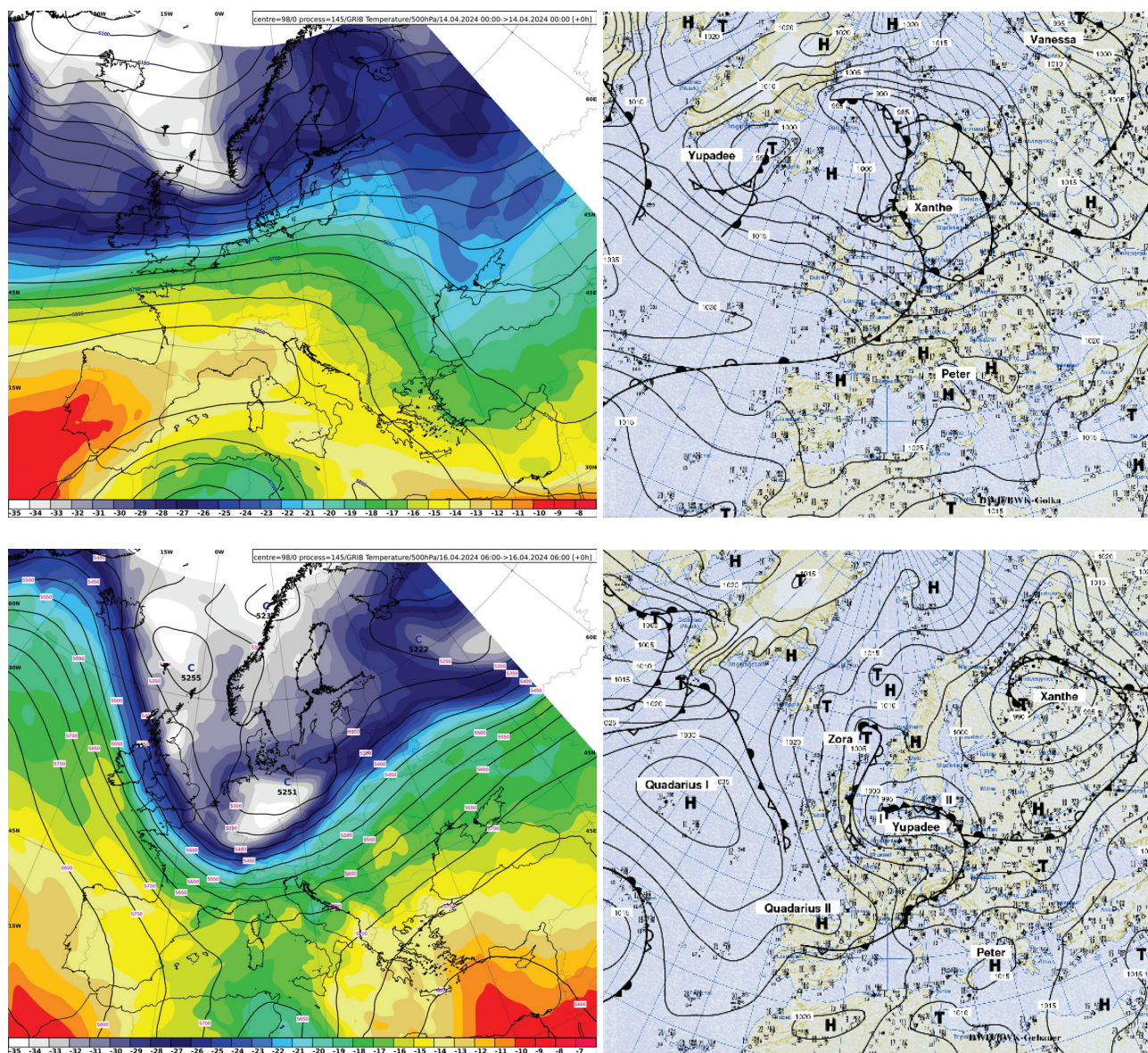
Nagla promjena vremena u Hrvatskoj sredinom travnja bila je povezana s prizemnom ciklonom koja se formirala 13. i 14. travnja zapadnije od Islanda, a po visini je bila praćena dolinom s izrazito hladnim zrakom (slika 5.3.2 gore). Istodobno, u Hrvatskoj je vrijeme bilo pod utjecajem prostrane anticiklone koja se protezala od sjevera Afrike preko Mediterana i Balkanskog poluotoka

dalje prema sjeveru, uz greben toploga zraka po visini. U takvim uvjetima u cijeloj je Hrvatskoj temperatura zraka bila znatno iznad prosječnih vrijednosti za prvi dio travnja.

Spomenuta ciklona s pripadnim frontalnim sustavom u sljedeća dva dana premještala se prema jugoistoku, praćena visinskom dolinom i osjetno hladnijom zračnom masom u odnosu na onu koja se nalazila nad srednjom i južnom Europom.

Kao posljedica približavanja tog sustava nad Hrvatskom tlak zraka bio je u padu uz stvaranje sekundarne ciklone nad sjevernom Italijom (slika 5.3.2 dolje). U prijedodnevni satima 16. travnja frontalni sustav zahvatio je najprije sjeverni dio Hrvatske. U isto je vrijeme na obali bilo toplije za 15 do 20 °C, primjerice u Šibeniku je iz-

⁷ https://meteo.hr/objave_najave_natjecaji.php?section=onn¶m=objave&el=priopcenja&daj=pr15042024



Slika 5.3.2. Lijevo: geopotencijalna visina apsolutne topografije (AT) izobarne plohe 500 hPa i temperatura zraka (°C) na izobornoj plohi 500 hPa, gore: 14. travnja 2024. u 00 UTC i dolje: 16. travnja 2024. u 00 UTC. Desno: analiza prizemne sinoptičke situacije, gore: 14. travnja 2024. u 00 UTC i dolje: 16. travnja 2024. u 06 UTC. Podaci ERA5 reanalize (izvor: ECMWF ERA5 reanaliza i Copernicus) i Njemačka meteorološka služba (DWD).

mjeren dnevni maksimum od 26 °C (slika 5.3.3 desno). Temperaturni gradijent između sjeverozapadnog dijela Hrvatske i ostatka zemlje vidljiv je na prostornoj razdiobi analize temperature (slika 5.3.3 lijevo). Na području Međimurja i Zagorja temperaturne vrijednosti bile su ispod 10 °C. Primjerice, u 11 UTC izmjereno je 5 °C u Križevcima te 4 °C u Varaždinu, iako je samo dan ranije, 15. travnja u 13 UTC, bilo izmjereno 27 °C. Nagli pad temperature zraka jasno je vidljiv na grafu mjerenja temperature zraka za više postaja, a mogu se uočiti i značajne razlike između sjevernog i južnog dijela zemlje.

Prodor hladnog zraka bio je praćen i izraženim vjetrovom. Dok je duž obale puhalo umjereno do jako jugo u prijedopodnevima, na većem dijelu unutrašnjosti s dolaskom fronte zabilježen je jak sjeverni i sjeveroistočni vjetar (slika 5.3.4). Na mjernim postajama u unutrašnjosti Hrvatske vjetar je bio umjereno jak do jak, ali su udari sjevernog i sjeveroistočnog vjetera s nailaskom hladnog zraka bili olujne jačine. U 10 UTC na širem zagrebačkom području vjetar je bio jak te je na postaji Zagreb-Pleso izmjeren maksimalni dnevni udar vjetera od 19,0 m/s, a na postaji Sisak 20,7 m/s. Oko 11 UTC jak i olujni vjetar puhaao je u istočnom dijelu Hrvatske, a najjači maksimalni

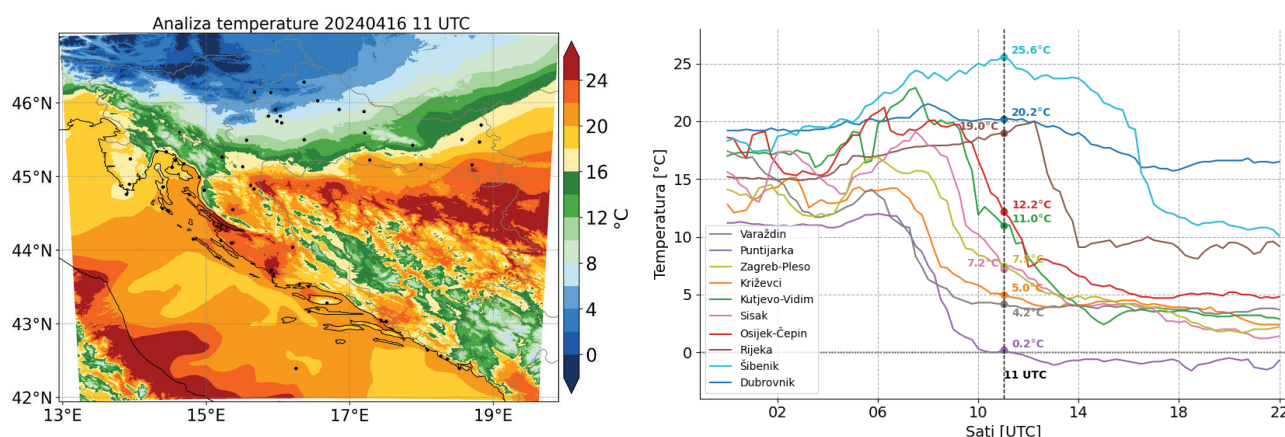
dnevni udar vjetera zabilježen je na postaji Kutjevo-Vidim i iznosio je 25,0 m/s (slika 5.3.5).

Također, u skladu s najavama, s nailaskom ovog sustava nastupio je i do jači konvektivni razvoj oblaka na području Slavonije gdje su zabilježeni pljuskovi i grmljavina, u Osijeku i tuča (slika 5.3.6).

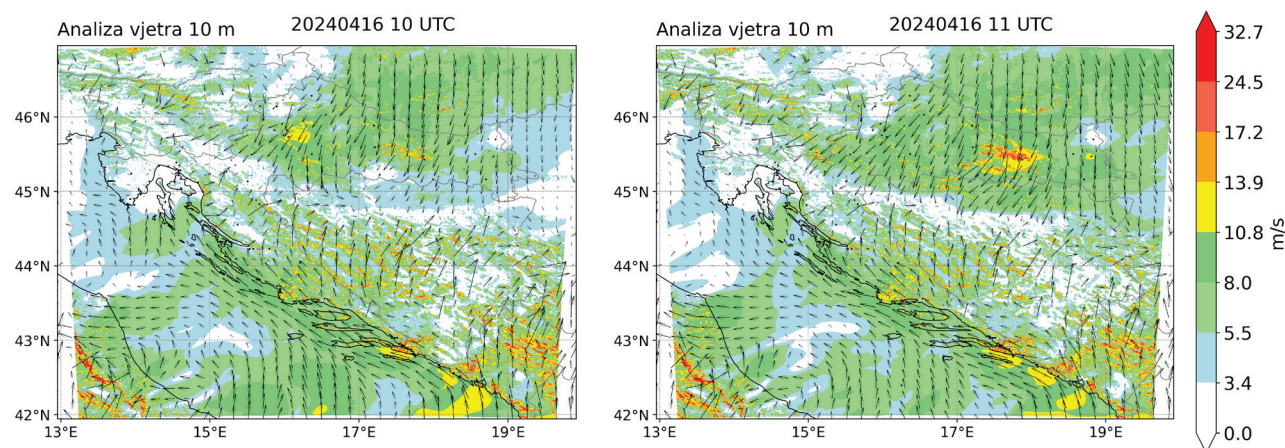
Analiza oborine 16. travnja u 13 UTC koja je provedena kombiniranjem radarske slike i prizemnih mjerenja pokazuje intenzivnu oborinu na području istočne Hrvatske, uključujući Osijek (slika 5.3.7). Uz pad temperature zraka kiša je prelazila u susnežicu i snijeg na sjeveru i sjeverozapadu Hrvatske te u gorskoj Hrvatskoj, pri čemu se snijeg zadržao na meteorološkim postajama Puntijarka (2 cm), Ogulin (3 cm), Parg (20 cm) i Zavižan (30 cm).

Duž Jadrana se tijekom dana novonastala ciklona sa sjevera Italije s pripadnim frontalnim sustavom premještala dalje prema jugoistoku donoseći kišu i pljuskove s grmljavinom. Kako je po visini nailazila hladnija zračna masa sa sjevera, tako je i na sjevernom Jadranu temperatura zraka postupno padala.

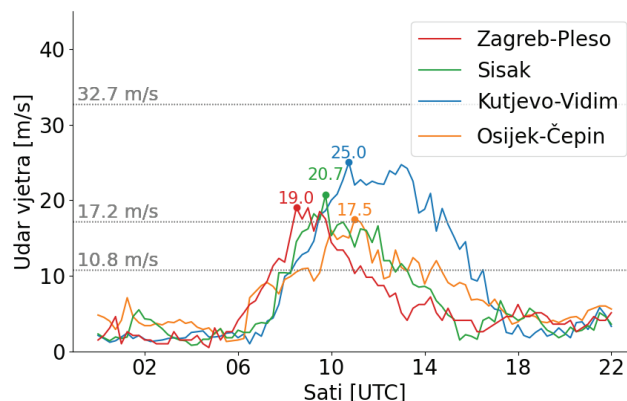
Prema podacima automatskih mjernih postaja jugo je imalo maksimalnu jačinu oko 13 UTC (slika 5.3.9 de-



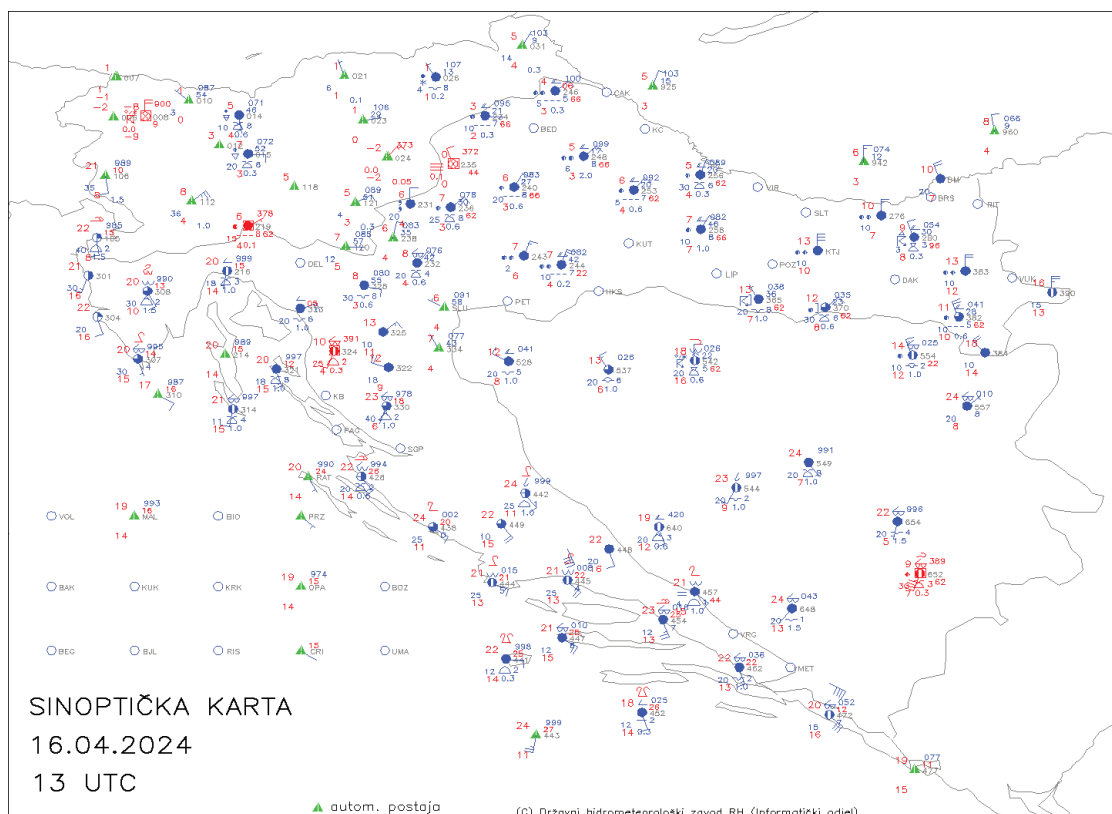
Slika 5.3.3. Analiza temperature zraka sustavom za analizu i kratkoročnu prognozu INCA za 16. travnja 2024. u 11 UTC (lijevo). Crne točke predstavljaju dostupna mjerenja automatskih postaja. Mjerenja temperature zraka na više automatskih postaja iz različitih dijelova Hrvatske za 16. travnja 2024. (desno).



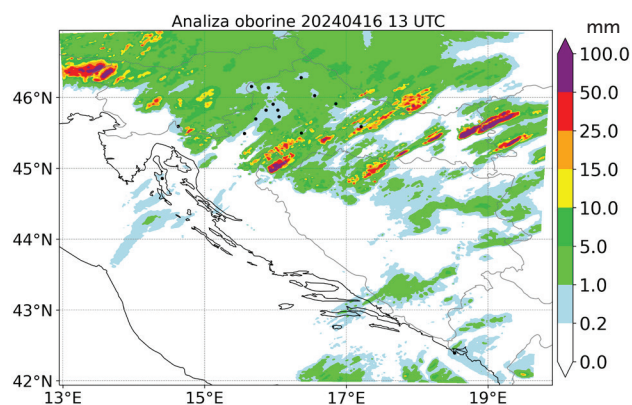
Slika 5.3.4. Analiza brzine i smjera vjetera sustavom za analizu i kratkoročnu prognozu INCA za 16. travnja 2024. u 10 UTC (lijevo) i 11 UTC (desno).



Slika 5.3.5. Udari sjevernog i sjeveroistočnog vjetra koji je sredinom dana puhao u unutrašnjosti Hrvatske 16. travnja 2024. Horizontalne linije predstavljaju pragove jakog vjetra (10,8 m/s), olujnog vjetra (17,2 m/s) i vjetra orkanske jačine (32,7 m/s). Za svaku postaju na grafu istaknut je maksimalni dnevni udar vjetra.



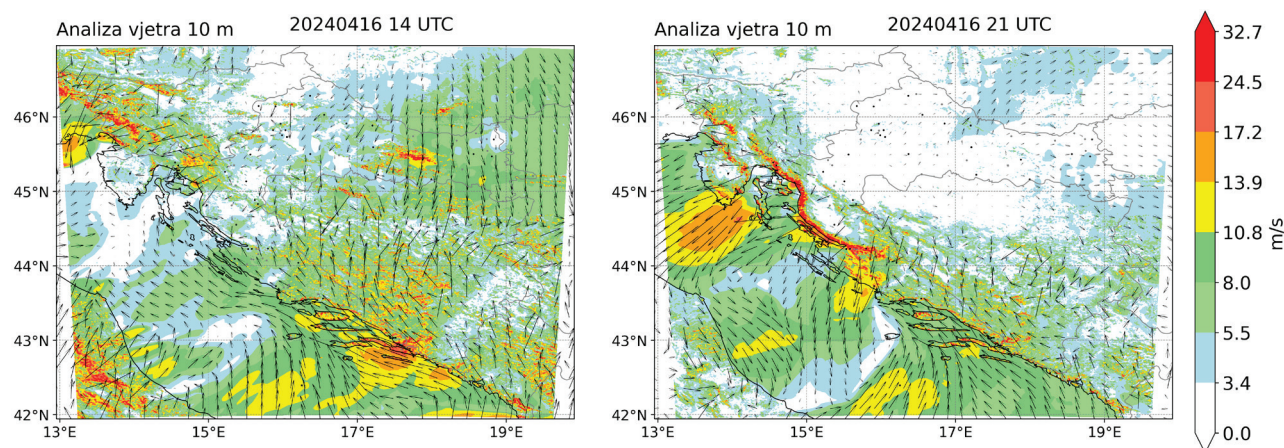
Slika 5.3.6. Sinoptička karta 16. travnja 2024. u 13 UTC. Izvor: DHMZ.



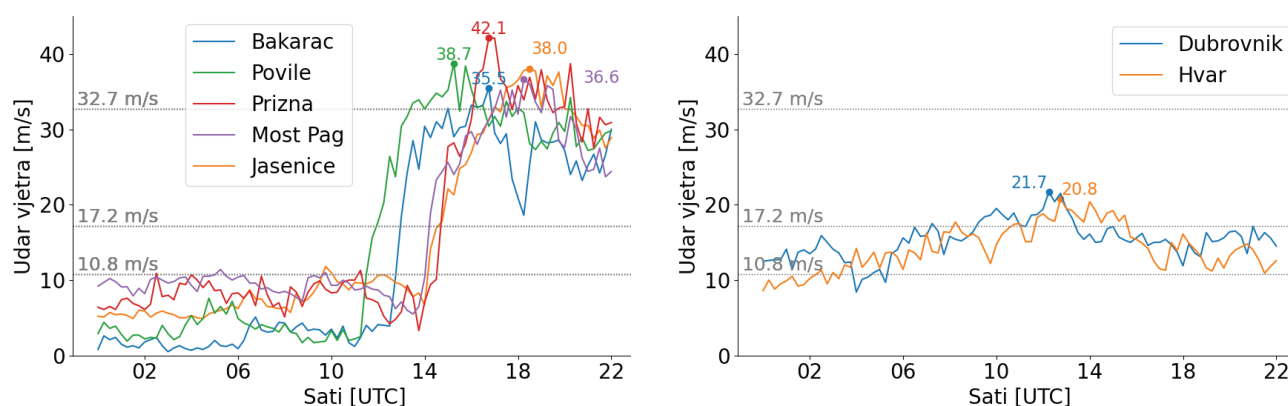
Slika 5.3.7. Analiza oborine INCA sustavom za analizu i kratkoročnu prognozu za 16. travnja 2024. u 13 UTC. Crne točke predstavljaju automatske mjerne postaje s prijavljenom oborinom.

sno) s olujnim udarima na postaji Dubrovnik 21,7 m/s i Hvar 20,8 m/s. Slično, u 14 UTC na središnjem i južnom Jadranu bio je izražen južni vjetar i jugo s brzinama koje lokalno prelaze 17,0 m/s, a mjestimično i 24,5 m/s, što upućuje na olujne udare vjetra (slika 5.3.8 lijevo). Istovremeno, na sjevernom Jadranu počinje puhati jaka i olujna bura. Na slici 5.3.9 (lijevo) prikazani su udari vjetra na nekoliko postaja čiji su maksimalni udari tog dana prelazili orkanske vrijednosti, a na postaji Prizna zabilježen je maksimalni dnevni udar vjetra od 42,1 m/s.

Na sjevernom Jadranu temperatura zraka do večeri je pala na 5 do 7 °C. U 21 UTC vidljiva je promjena u polju vjetra u odnosu na stanje u 14 UTC (slika 5.3.8 desno), na sjevernom i dijelu srednjeg Jadrana jasno se uočava intenzivna bura. Bura je bila osobito jaka duž obale i u Velebitskom kanalu, gdje su brzine vjetra lokalno prelazile 24,5 m/s, a na pojedinim lokacijama udari su dose-



Slika 5.3.8. Analiza brzine i smjera vjetra na 10 metara iznad tla nad Jadranom i okolnim područjima sustavom za analizu i kratkoročnu prognozu (INCA) za 16. travnja 2024. u 14 UTC (lijevo) i 21 UTC (desno). Smjer vjetra prikazan je strelicama (vektorima).



Slika 5.3.9. Udar bure (lijevo) i juga (desno) na mjernim postajama na obali Hrvatske tijekom 16. travnja 2024. Horizontalne linije predstavljaju pragove jakog vjetra (10,8 m/s), olujnog vjetra (17,2 m/s) i vjetra orkanske jačine (32,7 m/s). Za svaku postaju na grafu istaknut je maksimalni dnevni udar vjetra.

zali i više od 32,7 m/s. Dok se sjeveroistočno strujanje sa sjevera postupno širilo prema jugu, na južnom i dijelu otvorenog Jadrana i dalje je bio prisutan jugoistočni vjetar, ali u vidljivom slabljenju. Daljnjim napredovanjem visinske doline prema jugoistoku u Dalmaciji je temperatura zraka pala tek krajem dana i u noćnim satima sa 16. na 17. travnja.

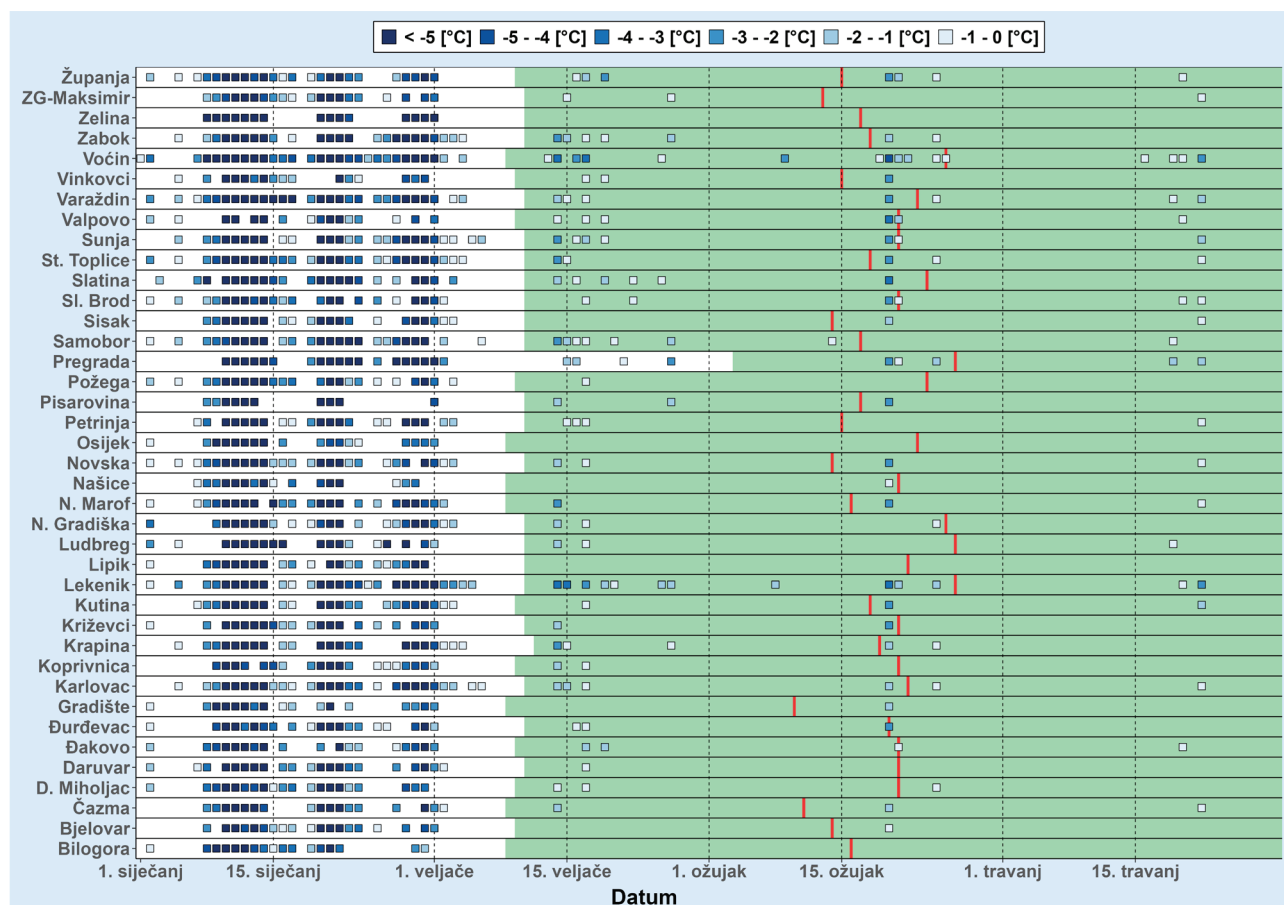
Analizirana iznenadna promjena vremena sredinom travnja još jednom pokazuje koliko intenzivni i nagli mogu biti prijelazi iz gotovo ljetnih u zimske uvjete. Takvi događaji podsjećaju na važnost praćenja vremenskih prognoza i upozorenja te pravovremene prilagodbe svakodnevnih aktivnosti.

5.4 Mraz u središnjoj i istočnoj Hrvatskoj u travnju 2024.

Mislav Anić

Početak 2024. godine obilježilo je iznadprosječno toplo vrijeme pa su već u ekstremno toploj veljači u nizinskom dijelu Hrvatske ispunjeni uvjeti za početak ve-

getacijskog razdoblja (GSS, engl. *Growing Season Start*) prema kriteriju definiranom u Mueller i sur. 2015.. Prema navedenom kriteriju trajanje vegetacijskog razdoblja definira se kao broj dana između prvog razdoblja od najmanje šest uzastopnih dana s prosječnom dnevnom temperaturom višom od 5 °C i prvog razdoblja od šest uzastopnih dana s prosječnom dnevnom temperaturom nižom od 5 °C, s tim da je za potrebe ove analize kao temperaturni prag uzeta vrijednost 7 °C. Na slici 5.4.1 može se vidjeti da je gotovo na svim analiziranim postajama vegetacijsko razdoblje započelo u prvoj polovini veljače, dok u prosjeku (1991. – 2020.) ono uglavnom počinje u drugoj polovini ožujka. Raniji početak vegetacijskog razdoblja s jedne strane može rezultirati duljom vegetacijskom sezonom, no s druge strane donosi povećani rizik od pojave proljetnog mraza koji može ozbiljno ugroziti biljke. Sa slike 5.4.1 također je vidljivo da je najveći broj dana tijekom kojih se minimalna temperatura zraka spuštala ispod 0 °C zabilježen tijekom siječnja, no takvi dani javljali su se i tijekom ožujka i travnja. Upravo je ta epizoda mraza iz druge polovine travnja prouzročila velike štete u poljoprivredi nizinskog dijela Hrvatske.

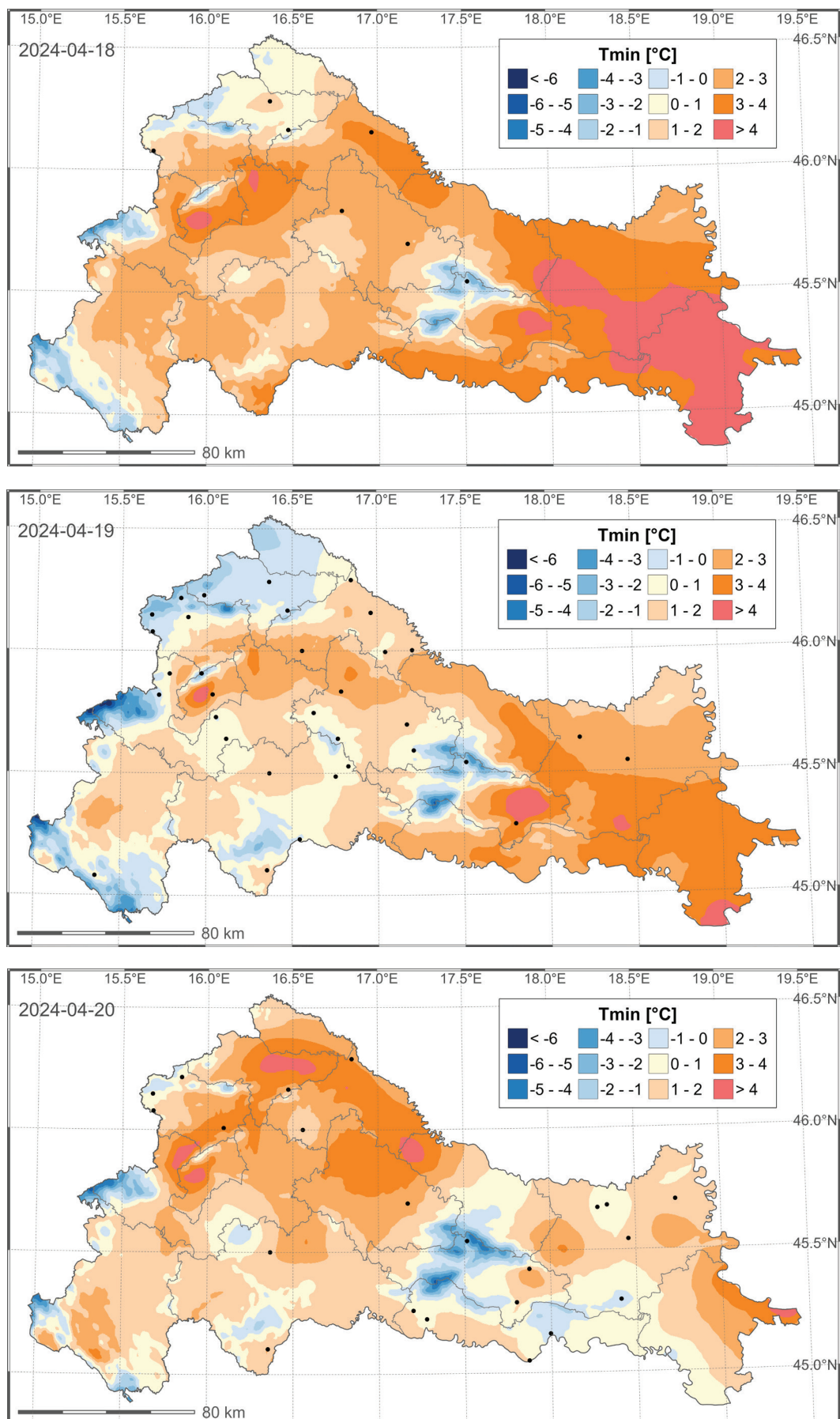


Slika 5.4.1. Dani s minimalnom dnevnom temperaturom zraka ispod 0 °C po postaji u razdoblju od 1. siječnja do 30. travnja 2024.; (kvadratići u nijansama plave), zelenom bojom označeno je vegetacijsko razdoblje, a okomitim crvenim linijama označen je prosječan početak vegetacijskog razdoblja po postaji.

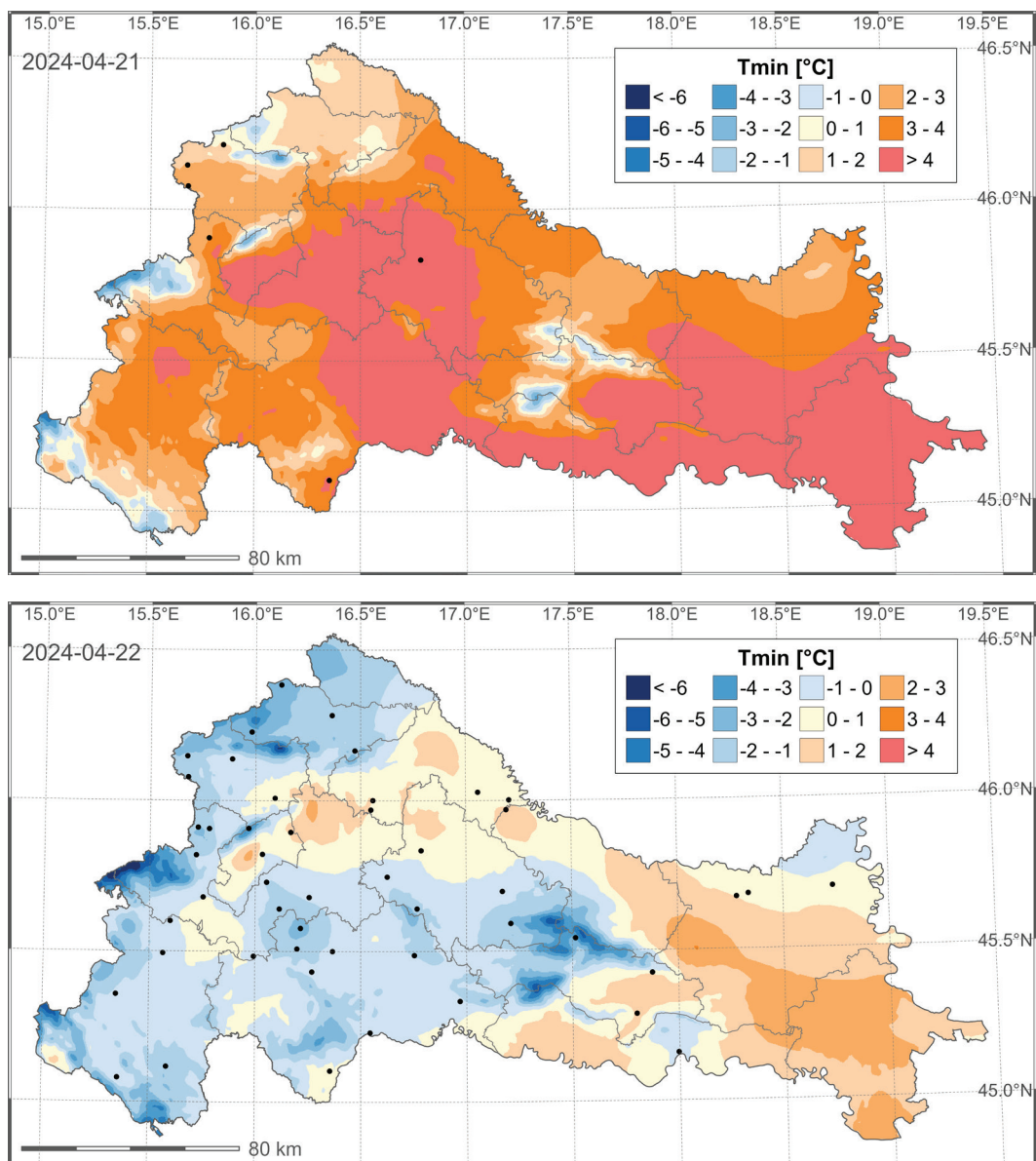
U poljoprivredi se riječ „mraz“ obično koristi za opis događaja u kojemu smrzavanje oštećuje usjeve i druge biljke. Općenito, taj se pojam odnosi na nastanak ledenih kristala na biljkama ili površinama objekata izravnim prijelazom vodene pare u led pri temperaturi zraka nižoj od 0 °C (Lalić i sur. 2018). Mraz se prema nastanku klasificira kao adveksijski ili radijacijski (ili kao njihova kombinacija). Radijacijski mraz razvija se tijekom noći i nastaje zbog intenzivnog hlađenja u mirnim, vedrim i suhim atmosferskim uvjetima zbog emisije dugovalnog zračenja od Zemlje u atmosferu. S druge strane adveksijski mraz nastaje uslijed prodora hladne zračne mase, a mraz iz druge polovine travnja bio je posljedica prodora hladnog zraka sa sjevera (DHMZ 2024). U razdoblju od 18. do 22. travnja, osim na višim nadmorskim visinama, minimalna temperatura zraka spuštala se ispod 0 °C mjestimice i u nizinama (slika 5.4.2) te uglavnom nije premašivala 3 °C. Najhladnije je bilo 22. travnja kada se minimalna temperatura zraka u većem dijelu nizinske Hrvatske spustila ispod 0 °C, a mraz je zabilježen na većini analiziranih meteoroloških i kišomjernih postaja (crni krugovi na kartama). Od analiziranih postaja u nizinskom dijelu zemlje najniža minimalna temperatura zraka tog dana (-2,9 °C) evidentirana je na postaji Bednja. Analiza je provedena na temelju mjerenja s meteoroloških postaja, no valja imati na umu da se minimalna temperatura zabilježena u voćnjacima može značajno razlikovati od one mjerene na meteorološkim postajama. Razlike se pojavljuju zbog drugačijeg vegetacijskog

pokrova tla koji može prouzročiti sniženje temperature putem evapotranspiracije, kao i zbog drugačije teksture tla (Firanj Sremac i sur. 2021). Zatopljenje je stiglo krajem posljednje dekade travnja.

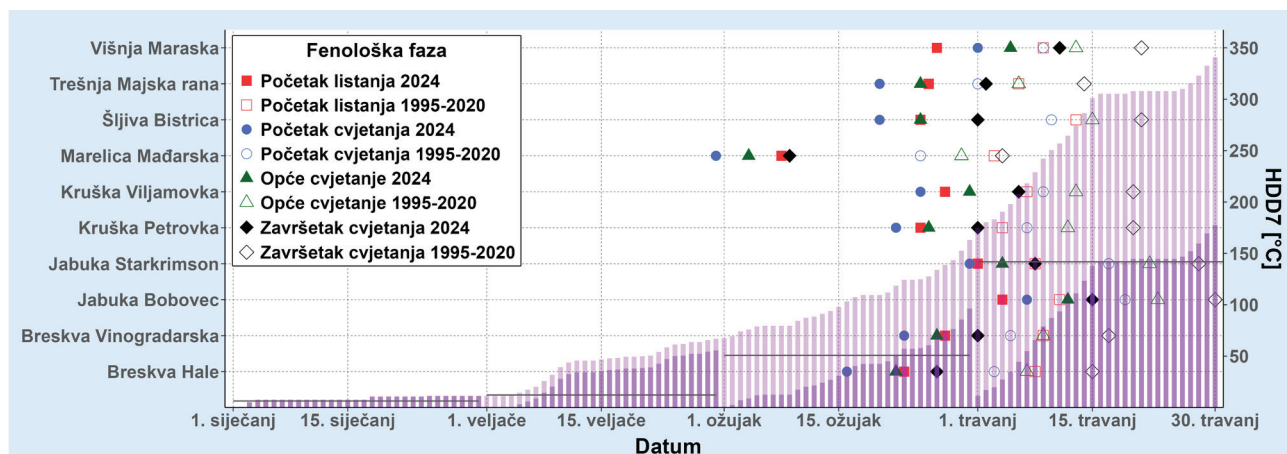
Pojava mraza u ovo je doba godine opasna jer su biljke u ranim fazama razvoja. Pupovi, cvjetovi i mladi listovi iznimno su osjetljivi, a zbog hladnoće se oštećuju ili odumiru, ovisno o intenzitetu te trajanju hladnog razdoblja. Sve to za posljedicu može imati lošiju kvalitetu te umanjen ili potpuno uništen urod kultura poput vinove loze, voćaka i žitarica. Analizom fenoloških podataka s postaje Štrigova utvrđen je znatno raniji početak fenoloških faza breskve, jabuke, kruške, marelice, šljive, trešnje i višnje u 2024. godini (slika 5.4.3). Koliko je početak 2024. godini bio topliji od prosjeka, pokazuju i kumulativne temperaturne sume iznad 7 °C (HDD7) s najbliže meteorološke postaje Varaždin. Ukupan HDD7 na GMP Varaždin za veljaču bio je veći i od višegodišnjeg (1991. – 2020.) prosjeka za ožujak. Cvjetanje i listanje voćaka, koje u Štrigovi u prosjeku (1995. – 2020.) uglavnom počinje u prvoj polovini travnja (izuzev marelice), u 2024. godini počelo je u drugoj polovini ožujka, a cvjetanje analiziranih voćaka završilo je uglavnom u prvoj polovini travnja. Epizoda mraza iz travnja 2024. godine pojavila se kada su voćke najvjerovatnije bile u fazi zametanja i početnog razvoja plodova te je prouzročila velike štete. Stoga je upravo na području općine Štrigova proglašeno stanje prirodne nepogode.



Slika 5.4.2. Prostorna razdioba minimalne dnevne temperature zraka u razdoblju od 18. do 22. travnja 2024.; crnim točkama označene su meteorološke (GMP i KMP) i kišomjerne postaje na kojima je zabilježen mraz.



Slika 5.4.2. (nastavak) Prostorna razdioba minimalne dnevne temperature zraka u razdoblju od 18. do 22. travnja 2024.; crnim točkama označene su meteorološke (GMP i KMP) i kišomjerne postaje na kojima je zabilježen mraz.



Slika 5.4.3. Fenološke faze voćaka u 2024. godini na fenološkoj postaji Štrigova te njihovi višegodišnji prosjeci (1995. – 2020.). Ljubičastim stupcima označene su kumulativne temperaturne sume iznad 7 °C na najbližoj meteorološkoj postaji GMP Varaždin (svjetlijom bojom označene su ukupne kumulativne temperaturne sume u razdoblju od 1. siječnja do 30. travnja 2024., a tamnijom temperaturne sume po mjesecima).

Reference

- DHMZ, 2024, Meteorološki i hidrološki bilten 4/2024., <https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2024/bilten0424.pdf>
- Lalić, B., Eitzinger, J., Dalla Marta, A., Orlandini, S., Firanj Sremac, A., Pacher, B., 2018. Agricultural Meteorology and Climatology, Firenze University Press, 353 pp, <https://doi.org/10.36253/978-88-6453-795-5>
- Firanj Sremac, A., Lalic, B., Cuxart, J., Marcic, M., 2021. Maximum, minimum, and daily air temperature range in orchards: what do observations reveal? Atmosphere 12 (10), 1279. <https://doi.org/10.3390/ATMOS12101279/S1>
- Mueller, B., Hauser, M., Iles, C., Haque Rimi, R., Zwiers, F.W., Wan H., 2015 Lengthening of the growing season in wheat and maize producing regions, Weather and Climate Extremes, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wace.2015.04.001>

5.5 Oluja s tučom 13. srpnja 2024. na sjeverozapadu Hrvatske

Matea Štibuhar, Ela Kovačić,
Petra Mikuš Jurković

Uvod

Vrući i sparni dani te povremeno izražena grmljavinska nevremena obilježili su srpanj 2024. godine. Nakon nevremena s tučom, lokalno obilnom oborinom i olujnim vjetrom na početku mjeseca (1. srpnja 2024.) koje je zahvatilo središnje i istočne krajeve naše zemlje, na području sjeverozapada i sjevera Hrvatske u subotu

13. srpnja 2024. ponovno su nastale štete zbog tuče i olujnog vjetra (slika 5.5.1). Grmljavinsko nevrijeme u poslijepodnevnim se satima razvilo na sjeveroistoku Slovenije i zatim se premještalo dalje prema istoku. Zbog intenzivnih karakteristika grmljavinske oluje koja se približavala našim krajevima dežurni prognostičari DHMZ-a u poslijepodnevnim satima izdali su i tzv. kratkoročno upozorenje na opasne vremenske pojave s naglaskom na veliku tuču te jake i olujne udare vjetra. Prognozirane opasne vremenske pojave zahvatile su sjever i sjeverozapad Hrvatske, najviše granična područja sa Slovenijom, a šteta je bila nanesena poljoprivrednim kulturama, bilo je srušenih stabala i poteškoća u opskrbi električnom energijom.

Sinoptička analiza

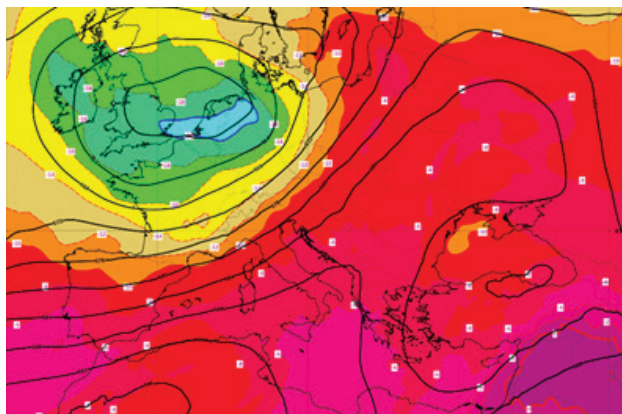
Nad veći dio europskog kontinenta pristizao je topao zrak s juga u sklopu grebena čija se os protezala preko juga Italije na sjeveroistok kontinenta, dok se nad sjeverozapadom Europe nalazila dolina s visinskom ciklonom u kojoj je kružio hladan zrak (slika 5.5.2). Između tih dviju zračnih masa postojali su izraženi temperaturni gradijenti.

Razlike u temperaturi zraka između juga i sjevera Hrvatske vidljive su u nižim slojevima atmosfere, na visini od 1500 m, što otprilike odgovara geopotencijalnoj visini izobarne plohe 850 hPa. Najtopliji zrak na području Hrvatske zadržavao se nad Dalmacijom, dok je blizina manje toplog zraka sjevernije od nas pogodovala potencijalno nestabilnoj atmosferi (slika 5.5.3).

Prizemno je centar niskog tlaka zraka u Sjevernom moru prostorno koincidirao s visinskom ciklonom. Pripadni frontalni sustav pružao se preko središnje Europe i Alpa do Pirenejskog poluotoka, dok su naši krajevi bili u



Slika 5.5.1. Tuča u Međimurju (izvor: portal medjimurski.hr, <https://medjimurski.hr/foto-video-nevrijeme-poharalo-velik-dio-medi-murja-ponegdje-pala-i-tuca/>).



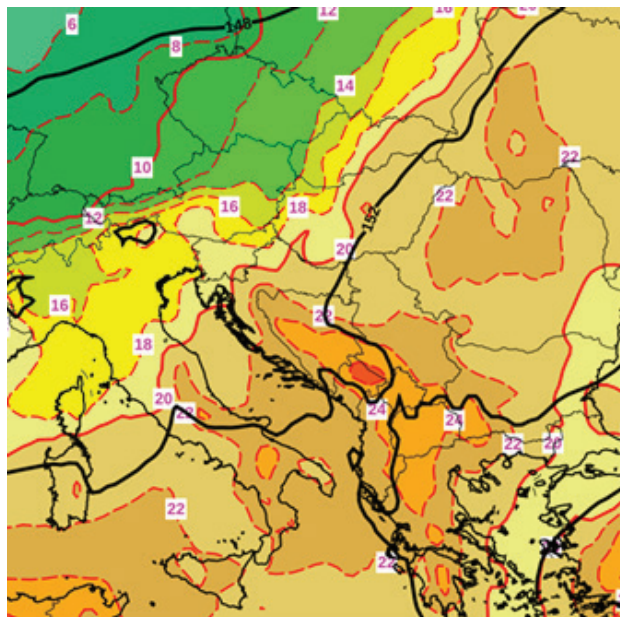
Slika 5.5.2. Temperatura zraka (°C) i geopotencijalna visina apsolutne topografije (AT) izobarne plohe 500 hPa 13. srpnja 2024. u 12 UTC. Izvor: ECMWF.

polju sniženog tlaka zraka (slika 5.5.4a). Tijekom subote 13. srpnja 2024. primarni centar ciklone zadržavao se u Sjevernom moru, no sekundarni centar koji je nastao na granici Njemačke i Poljske premještao se prema sjeveru. Istovremeno se i frontalni sustav sporo premještao glavninom sjevernije od Hrvatske destabilizirajući atmosferu u Sloveniji, a zatim i u našoj zemlji (slika 5.5.4b).

Mezoskalna analiza

Tijekom subote 13. srpnja 2024. u većini je predjela prevladavalo sunčano uz veliku i vrlo veliku opasnost od toplinskog vala koji može djelovati na zdravlje. U rano poslijepodne temperatura zraka bila je većinom između 32 i 37 °C uz mjestimice umjeren jugozapadni vjetar.

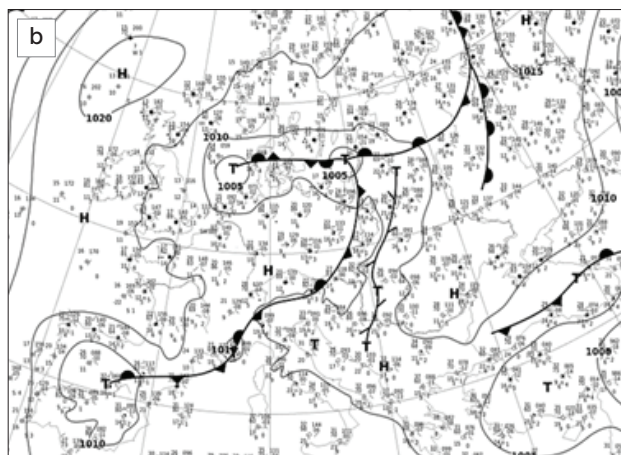
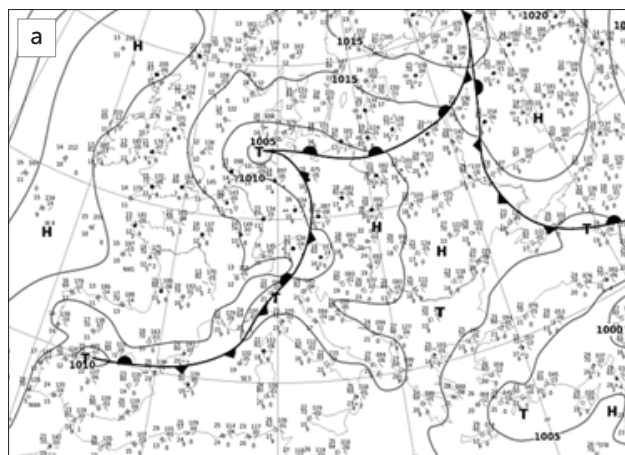
Radiosondažni podaci od 12 UTC s mjerne postaje Zagreb-Maksimir (slika 5.5.5) upućivali su na postojanje vrlo velike nestabilnosti u atmosferi. Procijenjena vrijednost konvektivne potencijalne raspoložive energije (CAPE) najnestabilnije česti zraka iznosila je oko 3896 J/kg. Takve vrijednosti CAPE-a utječu na razvoj izrazito jakih uzlaznih struja unutar grmljavinskih oblaka. Uz veliku vrijednost vertikalnog smicanja vjetra u sloju od tla do 6 km visine koja je iznosila 20 m/s te dotok svježijeg zra-



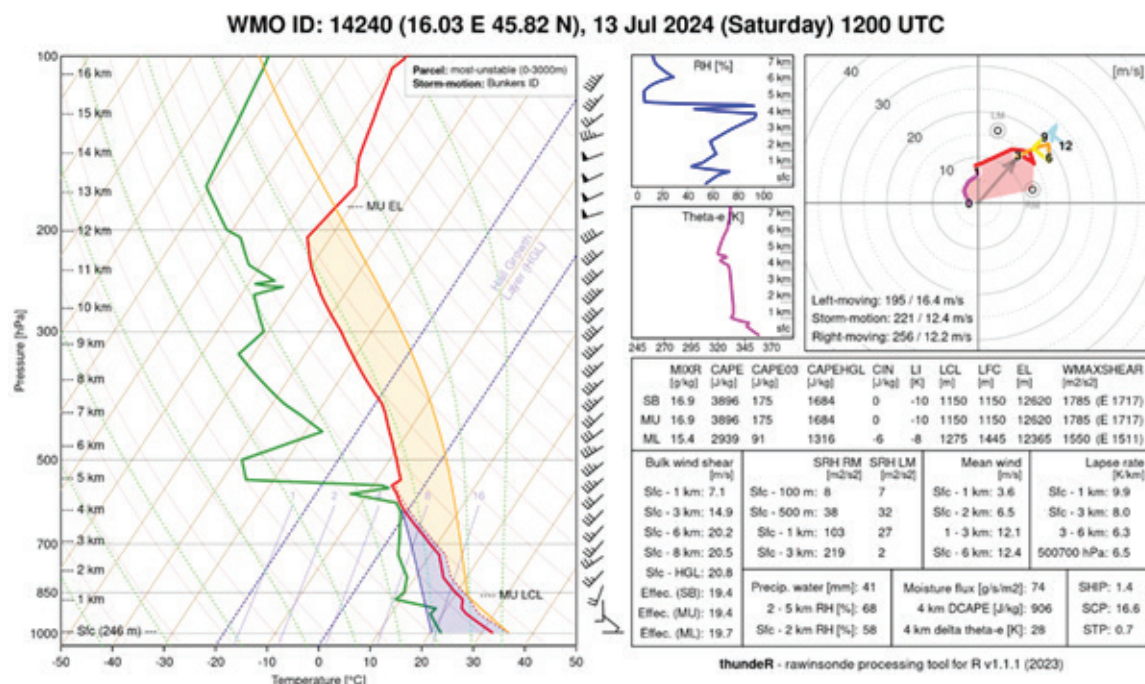
Slika 5.5.3. Temperatura zraka (°C) i geopotencijalna visina apsolutne topografije (AT) izobarne plohe 850 hPa 13. srpnja 2024. u 12 UTC. Izvor: ECMWF.

ka nad sjever Slovenije koji je omogućio intenziviranje uzlaznog gibanja česti postojala je velika vjerojatnost za intenzivne konvektivne procese, odnosno mezoskalne konvektivne sustave i superćelije. U takvom okruženju postoji i značajan potencijal za razvoj velike (promjer veći od 2 cm) i vrlo velike (promjer veći od 5 cm) tuče. Potencijalna energija negativnog uzgona koji ima silazna struja zraka (DCAPE) bila je 906 J/kg, što upućuje na vrlo veliku vjerojatnost razvoja intenzivnih bazena hladnog zraka ispod duboke mokre konvekcije i velik potencijal za olujne konvektivne udare vjetra.

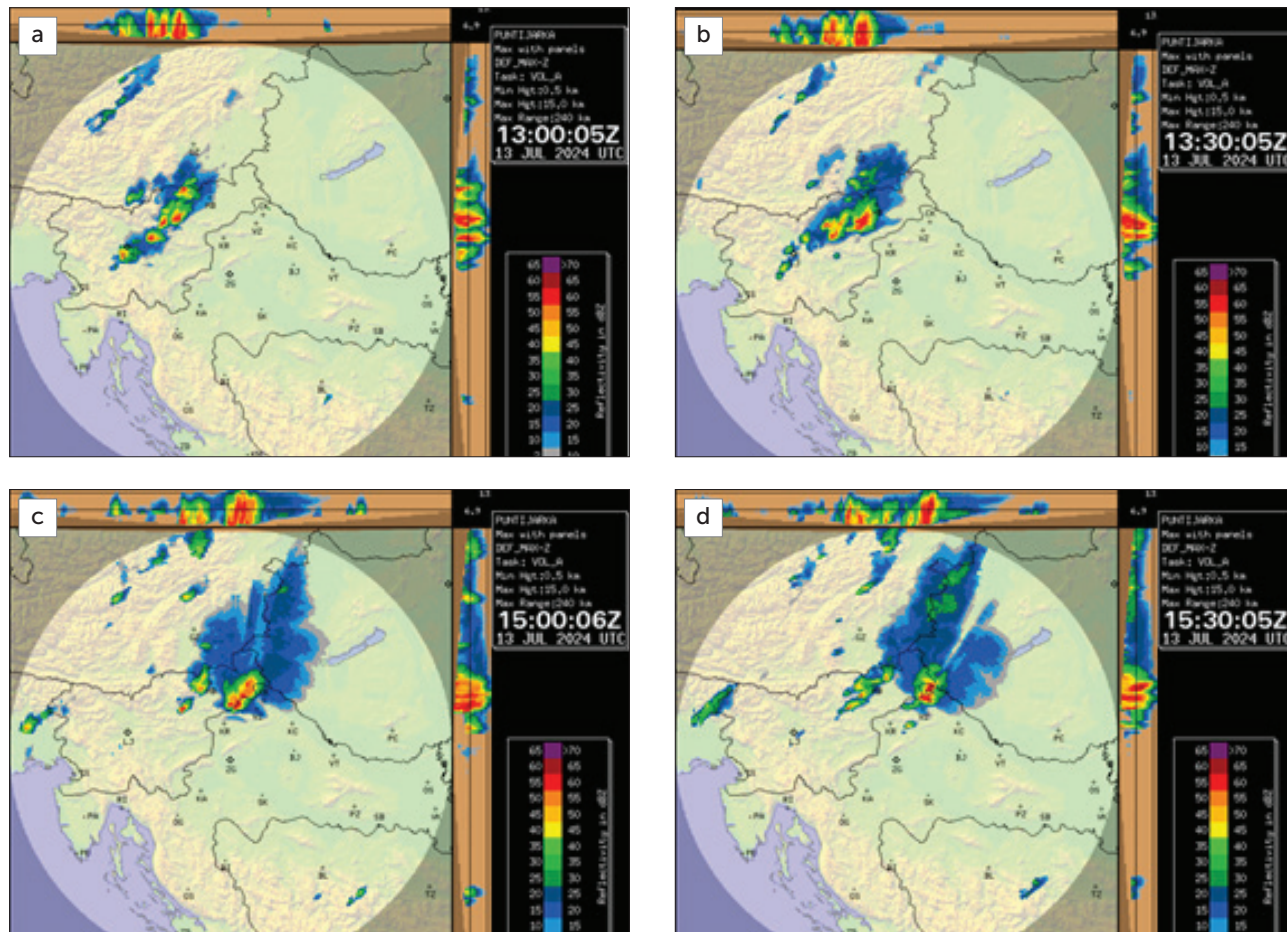
U ranim poslijepodnevima preko središnje Slovenije u jugozapadnoj struji razvijali su se grmljavinski oblaci koji su lokalno imali jak radarski odraz (> 55 dBZ) (slika 5.5.6a). Jugozapadno od Maribora nastala je superćelija koja se gibala udesno od srednjeg, jugozapadnog strujanja (slika 5.5.6b), a na čiju je mogućnost nastanka upućivao i ciklonalno zakrivljen hodograf (sli-



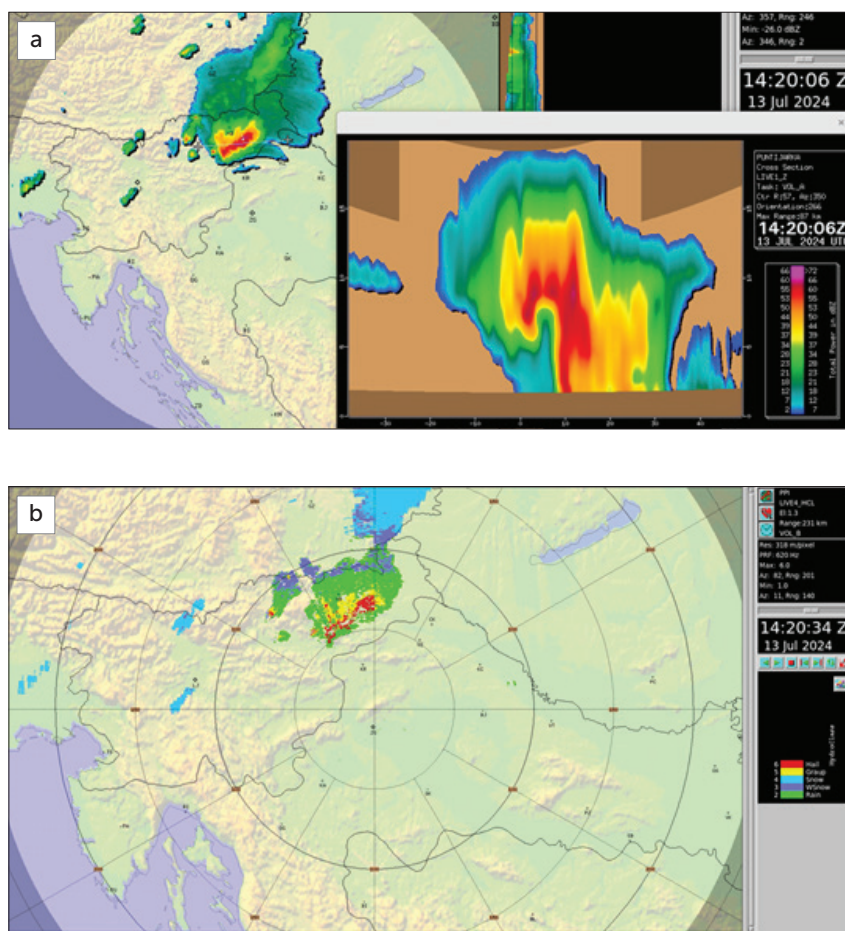
Slika 5.5.4. Prizemna sinoptička situacija 13. srpnja 2024. godine u 00 UTC (a) i 12 UTC (b). Izvor: DWD.



Slika 5.5.5. Radiosondažno mjerenje (termodijagram) na postaji Zagreb-Maksimir 13. srpnja 2024. u 12 UTC (14 sati po lokalnom vremenu). Crvena linija prikazuje vertikalni profil temperature zraka, zelena profil rosišta, a žuto obojeno područje odnosi se na konvektivnu raspoloživu potencijalnu energiju (CAPE). Plavo područje označava potencijalnu energiju negativnog uzgona koji ima silazna struja (DCAPE). Prikaz brzine i smjera vjetrova po visini prikazan je kao zastavice na desnoj strani termodijagrama i kao hodograf u pravokutniku gore desno. Vrijednosti različitih izračunatih parametara prikazane su u tablici dolje desno. Izvor: thunder (<https://rawinsonde.com/>).



Slika 5.5.6. Radarska odražajnost konvektivne ćelije 13. srpnja 2024. u 13 UTC (a), 13:30 UTC (b), 15 UTC (c) i 15:30 UTC (d).



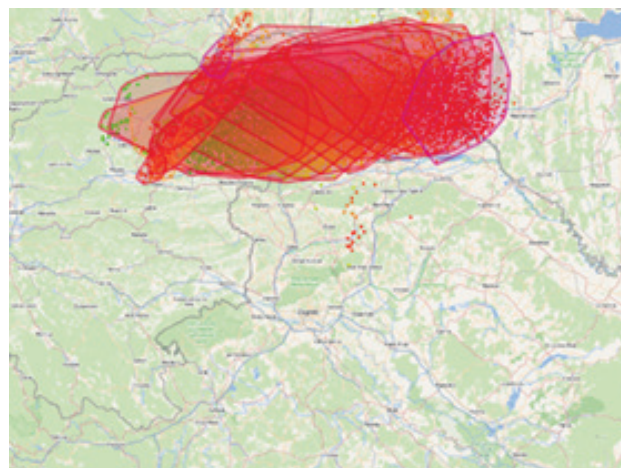
Slika 5.5.7. Radarska odražajnost i vertikalni presjek maksimalnog radarskog odraza s MRC Puntijarka na dan 13. srpnja 2024. u 14:20 UTC (a). Radarski produkt klasifikacije hidrometeora u 14:20 UTC (b). Crveno označava pojavu tuče, žuto sugradice, a zeleno je kiša.

ka 5.5.5 gore desno). Na teritorij Hrvatske ušla je oko 15 UTC (slika 5.5.6c) donoseći olujni vjetar i ponegdje veliku i vrlo veliku tuču. Prema Europskoj bazi opasnih vremenskih pojava (engl. European Severe Weather Database, ESWD, ESSL) ta superćelija proizvela je tuču promjera većinom između 2 i 7 cm, a lokalno u Sloveniji bilo je procijenjeno i oko 12 cm (oko Slovenske Bistrice). Radarski odrazi mjestimice su bili i veći od 65 dBZ (slika 5.5.6d), što je upućivalo na velik udio tuče u promatranom oblaku (slika 5.5.7b). Pritom je ćelija premašivala visinu od 13 km, što je vidljivo na bočnim prikazima refleksivnosti (slika 5.5.6c-d).

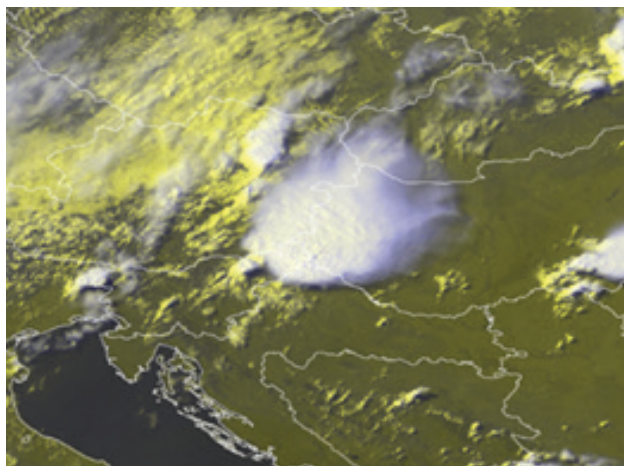
Nedvojbena dokaz superćelije prikazan je na vertikalnom presjeku radarske odražajnosti (slika 5.5.7a) gdje je vidljivo karakteristično BWER (engl. Bounded Weak Echo Region) područje koje se pojavljuje samo u slučaju rotirajuće uzlazne struje, a izgledom podsjeća na „kuku”. Dakle, vertikalni presjek kroz superćeliju karakterizira lokalni minimum u radarskoj odražajnosti u nižim slojevima te više vrijednosti odražajnosti iznad njega.

Na temelju podataka o električnom pražnjenju (slika 5.5.8) procjenjuje se da je nevrijeme na sjeveru Hrvatske dodatno ojačalo i doseglo najjači intenzitet (ljubičasti poligon na slici 5.5.8) prije nego što je ušlo na teritorij Mađarske i postupno slabjelo.

Analizom satelitske slike 13. srpnja 2024. u 15 UTC uočavaju se premašujući vrhovi kumulonimbusa (engl. *overshooting top*) povezani s jakom uzlaznom strujom, kao i težinski valovi (slika 5.5.9). Spomenuti karakteristični oblici na vrhovima konvektivnih oblaka još su jedan od pokazatelja intenzivne uzlazne struje koje za posljedicu nerijetko imaju opasne vremenske uvjete na tlu.



Slika 5.5.8. Električna pražnjenja (munje) uz prikaz procjene intenziteta grmljavinskog oblaka 13. srpnja 2024. od 14 do 16 UTC. Izvor: Nowcast GmbH.



Slika 5.5.8. Satelitska slika 13. srpnja 2024. u 15 UTC, EUMETSAT HRV RGB – satelitska snimka u vidljivom dijelu spektra visoke prostorne rezolucije (HRV).

Zaključak

Tijekom subote 13. srpnja 2024. jugozapadno od Maribora razvila se ćelija koja se premještala udesno od srednjeg strujanja, nad sjeverne predjele Hrvatske i dalje prema Mađarskoj. Uvjeti za razvoj izraženih konvektivnih procesa bili su vrlo povoljni zbog kombinacije velike procijenjene vrijednosti CAPE-a i vertikalnog smicanja vjetra u prvih šest kilometara atmosfere te prisutnosti mehanizma podizanja česti do nivoa slobodne konvekcije. Superćelija je potvrđena na temelju postojanja BWER područja na prikazu vertikalnog presjeka radarske odražajnosti kroz ćeliju.

5.6 Analiza toplinskih valova koji mogu djelovati na zdravlje tijekom ljeta 2024.

Sara Ivasić, Ivana Havrle Kozarić,
Lidija Srnc

Ocjena klimatskih prilika za 2024. godinu pokazuje da su odstupanja srednje temperature zraka u odno-

su na 30-godišnji srednjak za razdoblje 1991. – 2020. tijekom klimatološkog ljeta (lipanj – kolovoz) u rasponu od 1,8 °C (Makarska) do 3,6 °C (Bilogora, Gradište). Prema raspodjeli percentila ljeto 2024. godine bilo je *ekstremno toplo* u cijeloj Hrvatskoj te je na većini postaja ujedno najtoplije otkad postoje mjerenja (poglavlje 1).

Prema Protokolu o postupanju i preporukama za zaštitu od vrućine Ministarstva zdravstva Republike Hrvatske razdoblje za izdavanje upozorenja na toplinske valove koji mogu djelovati na zdravlje najčešće počinje sredinom svibnja i završava sredinom rujna. Svake godine točan datum početka i završetka izdavanja upozorenja određuje Državni hidrometeorološki zavod na temelju dugoročne prognoze, izgleda vremena i stručne procjene pojave uvjeta za toplinski val.

Kriteriji za izdavanje upozorenja na utjecaj toplinskog vala na zdravlje prvi su put u 2024. godini bili ispunjeni 9. lipnja na meteorološkoj postaji Zagreb-Maksimir zbog visoke noćne temperature zraka od 21,5 °C (slika 5.6.1).

Sezona toplinskih valova koji mogu djelovati na zdravlje u 2024. godini započela je 20. lipnja razmjerno kratkotrajnim toplinskim valom. Nastao je pod utjecajem termobaričkog grebena s juga s kojim je u naše krajeve pritecao vrlo topao i suh zrak iz područja sjeverne Afrike. Taj je val bio intenzivniji duž jadranske obale, a u unutrašnjosti su češće bili zadovoljeni kriteriji za minimalnu nego za maksimalnu temperaturu zraka. Bez obzira na to što nije trajao dugo, taj je toplinski val predstavljao *veliku opasnost* za zdravlje, a na istoku i jugu zemlje čak i *vrlo veliku opasnost*. Već nakon tri dana trajanja vala Hrvatskoj se sa sjeverozapada približila dolina s hladnijom zračnom masom, čijim je daljnjim nadiranjem završio prvi toplinski val 2024. godine.

Kriteriji za izdavanje upozorenja definirani minimalnom i/ili maksimalnom temperaturom ponovno su bili zadovoljeni na kraju lipnja, ali vrlo kratko. Uvjeti za ovaj, ionako slabo izražen, toplinski val nisu se dugo zadržali jer je već tijekom prvog srpanjskog dana sa sjeverozapada pristizala hladnija zračna masa.

Treći toplinski val koji može djelovati na zdravlje bio je intenzivan i dugotrajan. U razdoblju od 8. do 20. srpnja u kopnenim je područjima najčešće predstavljao *veliku opasnost* za zdravlje, a u priobalnim *vrlo veliku*. U tim uvjetima kontinuirano visokih temperatura zraka

lipanj 2024.	1.6.	2.6.	3.6.	4.6.	5.6.	6.6.	7.6.	8.6.	9.6.	10.6.	11.6.	12.6.	13.6.	14.6.	15.6.	16.6.	17.6.	18.6.	19.6.	20.6.	21.6.	22.6.	23.6.	24.6.	25.6.	26.6.	27.6.	28.6.	29.6.	30.6.						
	Osijek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	0	0	0	0	0	2					
	Zagreb	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2					
	Karlovac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1					
	Gospić	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0					
	Knin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1					
	Rijeka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	0	0	0	0	2	0					
	Split	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1					
Dubrovnik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	0	2	0	0	2	1					
srpanj 2024.	1.7.	2.7.	3.7.	4.7.	5.7.	6.7.	7.7.	8.7.	9.7.	10.7.	11.7.	12.7.	13.7.	14.7.	15.7.	16.7.	17.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	22.7.	23.7.	24.7.	25.7.	26.7.	27.7.	28.7.	29.7.	30.7.	31.7.					
	Osijek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	2	3	3	3	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Zagreb	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	3	2	1	0	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0				
	Karlovac	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	1	1	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0				
	Gospić	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	1	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1				
	Knin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1				
	Rijeka	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	0	0	2	1	0	1	0	0	1	2	0	1			
	Split	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			
Dubrovnik	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	1	0	2	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1			
kolovoz – rujan 2024.	1.8.	2.8.	3.8.	4.8.	5.8.	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	11.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.	16.8.	17.8.	18.8.	19.8.	20.8.	21.8.	22.8.	23.8.	24.8.	25.8.	26.8.	27.8.	28.8.	29.8.	30.8.	31.8.	1.9.	2.9.	3.9.	4.9.	
	Osijek	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3	2	3	1	1	1	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	Zagreb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	3	2	2	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	
	Karlovac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Gospić	1	1	0	0	0	0	1	0	2	1	1	2	2	2	2	3	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Knin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Rijeka	1	0	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	0	0	0	1	1	0	1	2	3	3	3	3	1	0	
	Split	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dubrovnik	0	0	0	0	2	1	3	2	1	1	1	3	3	2	0	0	2	1	2	0	0	0	2	2	1	3	2	2	2	2	3	3	3	1	0	

Slika 5.6.1. Toplinski valovi u razdoblju od 1. lipnja do 4. rujna 2024. definirani prema mjerenim minimalnim i maksimalnim temperaturama zraka na osam meteoroloških postaja. Podaci za postaju Knin nisu dostupni (označeno sivo). Prikazano je produljeno razdoblje radi potpunog uvida u posljednji toplinski val.

i noću i danju ljudski je organizam bio pod dugotrajnim toplinskim stresom, što je vrlo opasno stanje za kronične bolesnike i ugrožene skupine ljudi (starija populacija, novorođenčad, mala djeca...). Prolazno olakšanje od vrućine u kopnenim je krajevima nastupilo zbog kratkotrajnog prodora hladnog zraka sa sjevera uzrokovanog stacionarnom frontom nad Alpama. Potpuni prekid toplinskog vala u cijeloj Hrvatskoj, nakon dvanaest dana vrućine, donijela je kratkovalna visinska dolina s hladnijim zrakom.

U sljedeća dva tjedna nad priobalnim su krajevima kriteriji za toplinski val bili dosegnuti u dvije epizode, dok su u unutrašnjosti takvi uvjeti trajali kratko i isprekidano. Stoga bi se četvrtim toplinskim valom moglo nazvati razdoblje od 22. do 25. srpnja, no samo duž obale, a peti toplinski val, također kratkotrajan, počeo je 28. srpnja i završio 1. odnosno 2. kolovoza. Analizirajući klase opasnosti, oba vala bila su intenzivnija u Dalmaciji, odnosno na postajama Split-Marjan i Dubrovnik.

Na postaji Rijeka su na prijelazu iz srpnja u kolovoz vrijednosti minimalne temperature zraka gotovo svakodnevno dosežale potrebne pragove kriterija za toplinski val. Fenski efekt burina ondje je onemogućavao noćno ohlađivanje, što je posebno neugodno za kvalitetan odmor organizma.

U posljednjem ljetnom mjesecu novo dugotrajno razdoblje vrućina počelo je različito od regije do regije – najprije u Rijeci (3.8.), a najkasnije u Karlovcu (12.8.). U unutrašnjosti su kriteriji bili dosegnuti najprije u Gospiću, a u ostalim krajevima tek nakon 10. kolovoza kad je duž obale već postojala i *vrlo velika opasnost* od vrućina. I taj je toplinski val bio intenzivniji i dugotrajniji u priobalnom pojasu, a u svim je regijama najčešća klasa bila *velika opasnost* od vrućina. Iako je s 18. kolovozom u većem

dijelu zemlje toplinski val završio, na istoku zemlje i u gorskim područjima još su dva dana minimalne temperature zraka bile dovoljno visoke za ispunjenje kriterija.

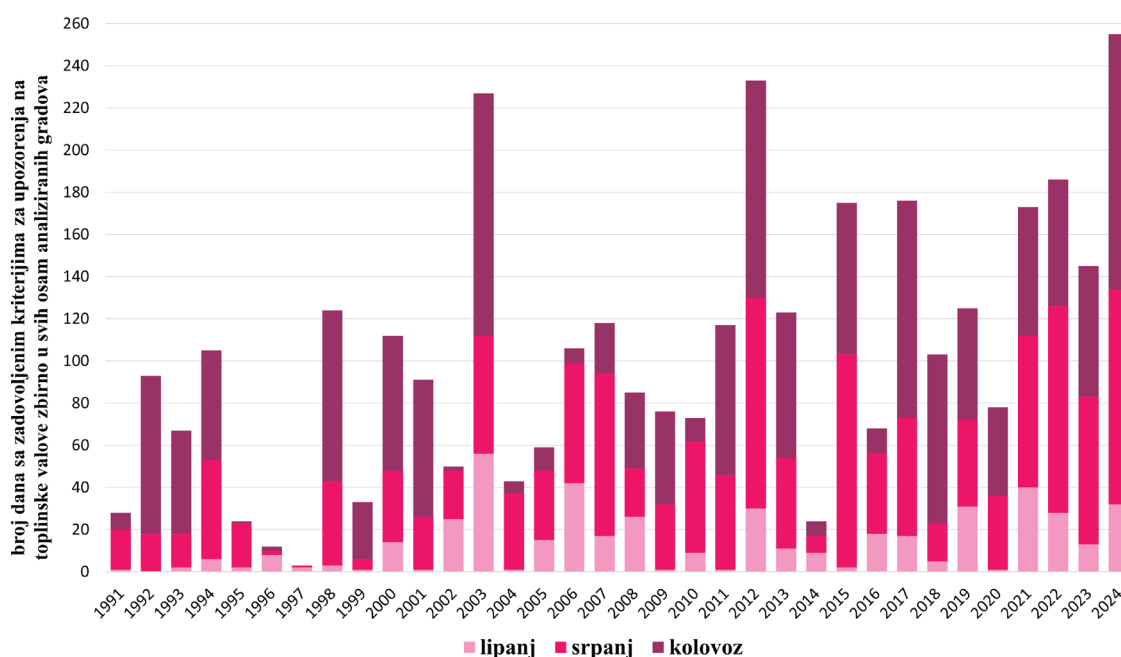
Posljednji toplinski val koji može djelovati na zdravlje u 2024. godini ponovno je bio izraženiji i dugotrajniji duž obale, gdje je trajao od 21. kolovoza do 3. rujna. Klimatološki gledano, taj je val završio u jeseni. Od ukupno trinaest dana trajanja tijekom sedam dana duž obale bila je prisutna najveća opasnost od vrućina, klasa *vrlo velika opasnost*. U unutrašnjosti je val bio slabije izražen i trajao tek četiri dana, a u Karlovcu čak i nisu bili zadovoljeni uvjeti za upozorenje na vrućinu.

Sezona upozorenja na toplinski val zaključena je 4. rujna, kada su kriteriji za opasnost od toplinskog vala bili ispunjeni još samo na postaji Osijek.

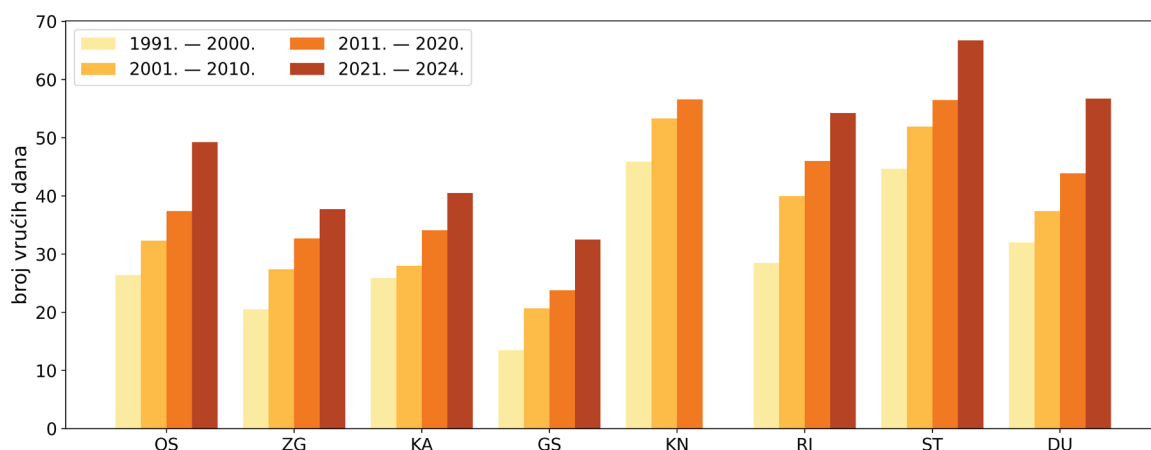
Radi usporedbe s podacima prijašnjih godina u analizi toplinskih valova primjenjuju se samo podaci za ljetne mjesece (lipanj, srpanj, kolovoz). U tom se razdoblju 2024. godine klasa *vrlo velika opasnost* od toplinskog vala koji može djelovati na zdravlje najčešće pojavljivala u Rijeci u gotovo 23 % od ukupnog broja ljetnih dana, a klasa *velika opasnost* u Dubrovniku u gotovo 22 % od svih dana u ljetnim mjesecima. U provedenoj analizi za 2024. godinu nisu korišteni podaci za postaju Knin zbog nedostajućih podataka u ljetnoj sezoni.

Tijekom 2024. godine kriteriji za izdavanje upozorenja od utjecaja toplinskog vala na zdravlje bili su ispunjeni 255 puta u sedam hrvatskih gradova (slika 5.6.2).

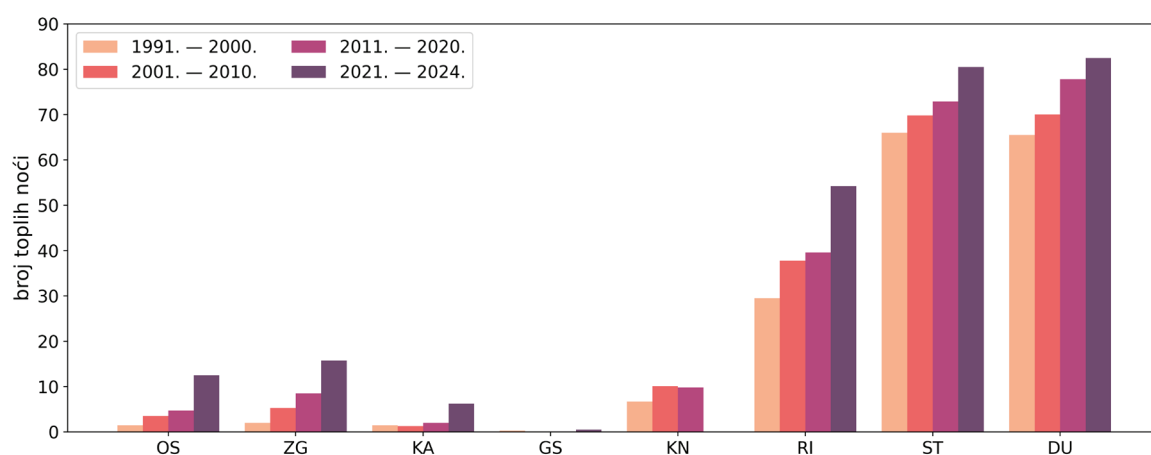
U razdoblju od 1991. do 2024. godine zabilježen je porast dana s ispunjenim kriterijima za zdravstveni rizik od toplinskog vala, i to u prosjeku od 3,6 dana godišnje. Taj podatak ne uključuje Knin pa se može pretpostaviti da bi taj broj bio i veći kad bismo raspolagali podacima za Knin. Naime, prema broju ispunjenih kriterija za opa-



Slika 5.6.2. Ukupan broj upozorenja na opasnost od djelovanja toplinskog vala na zdravlje ljudi definiranih prema mjerenim minimalnim i maksimalnim temperaturama zraka za meteorološke postaje Osijek, Zagreb-Maksimir, Karlovac, Gospić, Knin, Rijeka, Split-Marjan i Dubrovnik za razdoblje 1991. – 2024. Podaci u 1995., 2022., 2023. i 2024. godini nisu potpuni zbog nedostajućih mjerenja na postaji Knin.



Slika 5.6.3. Srednji godišnji broj vrućih dana (dan u kojem je maksimalna dnevna temperatura $\geq 30^{\circ}\text{C}$) tijekom ljeta (razdoblje: lipanj – kolovoz) po desetljećima za meteorološke postaje Osijek, Zagreb-Maksimir, Karlovac, Gospić, Knin (podaci u 1995. godini nisu potpuni), Rijeka, Split-Marjan i Dubrovnik te za razdoblje 2021. – 2024. u kojem zbog nedostajućih podataka nije prikazana postaja Knin.



Slika 5.6.4. Srednji godišnji broj toplih noći (dan u kojem je minimalna dnevna temperatura $\geq 20^{\circ}\text{C}$) tijekom ljeta (razdoblje: lipanj – kolovoz) po desetljećima za meteorološke postaje Osijek, Zagreb-Maksimir, Karlovac, Gospić, Knin (podaci u 1995. godini nisu potpuni), Rijeka, Split-Marjan i Dubrovnik te za razdoblje 2021. – 2024. u kojem zbog nedostajućih podataka nije prikazana postaja Knin.

snost od toplinskog vala 2024. godina rekordna je u promatranom nizu, a podaci za Knin taj bi broj još povećali.

Budući da se u procjeni opasnosti od toplinskog vala uzimaju u obzir vrijednosti minimalne i maksimalne temperature zraka, korisno je analizirati broj dana definiranih na temelju utvrđenog praga minimalnih i maksimalnih temperatura. U vrućim danima maksimalna temperatura zraka iznosi 30 ili više Celzijevih stupnjeva. U 2024. godini najviše ih je bilo u Splitu, čak 79 % od ukupnog broja ljetnih dana (slika 5.6.3), dok je u Osijeku i Dubrovniku vrućih dana bilo gotovo 70 %.

U posljednje tri dekade zabilježen je porast broja vrućih dana u svih osam analiziranih gradova. Iako je četvrto promatrano razdoblje (2021. – 2024.) znatno kraće, na sedam postaja utvrđen je značajno veći broj vrućih dana u odnosu na prethodna razdoblja. Usporedba s razdobljem 2011. – 2020. pokazuje povećanje broja vrućih dana između 15 % u Zagrebu i 37 % u Gospiću.

Posebno neugodne mogu biti tople noći, kada je minimalna temperatura zraka 20 ili više Celzijevih stupnjeva. Tijekom takvih noći onemogućeno je prijeko potrebno ohlađivanje organizma i kvalitetan odmor. Pojava toplih noći češća je na postajama uz Jadran nego u

unutrašnjosti (slika 5.6.4), pa ih je i u 2024. godini najviše bilo u Dubrovniku, gotovo 95 % od ukupnog broja ljetnih dana, odnosno u Splitu 91 %.

Broj toplih noći u porastu je u odnosu na posljednje tri dekade na svim analiziranim postajama osim u Gospiću. Najveći porast u četiri godine trenutačne dekade zabilježen je u Rijeci.

Zaključci ove analize provedene za Hrvatsku potvrđeni su i u izvješću o stanju klime u Europi programa Copernicus. U tom se izvješću navodi da je tijekom ljeta 2024. godine na području jugoistočne Europe (39° – 46° s. g. š., 15° – 30° i. g. d.), u kojem se prema odabranoj definiciji nalazi i veći dio područja Hrvatske, zabilježen rekordni broj dana sa snažnim toplinskim stresom te rekordni broj toplih noći. Najizraženiji toplinski val 2024. dogodio se u srpnju zahvativši 55 % promatranog područja. Taj najdulji, a po amplitudi drugi najjači toplinski val u jugoistočnoj Europi trajao je 13 dana dosegnuvši anomaliju temperature od $9,2^{\circ}\text{C}$ u odnosu na razdoblje 1961. – 1990. U 97 dana u razdoblju od 1. lipnja do 5. rujna 2024. zabilježena su ukupno 43 dana s ispunjenim klimatološkim kriterijima za toplinski val.

5.7. Dunav u Batini više od mjesec dana u mjerama obrane od poplava (17. rujna 2024. – 22. listopada 2024.)

Tatjana Vujnović

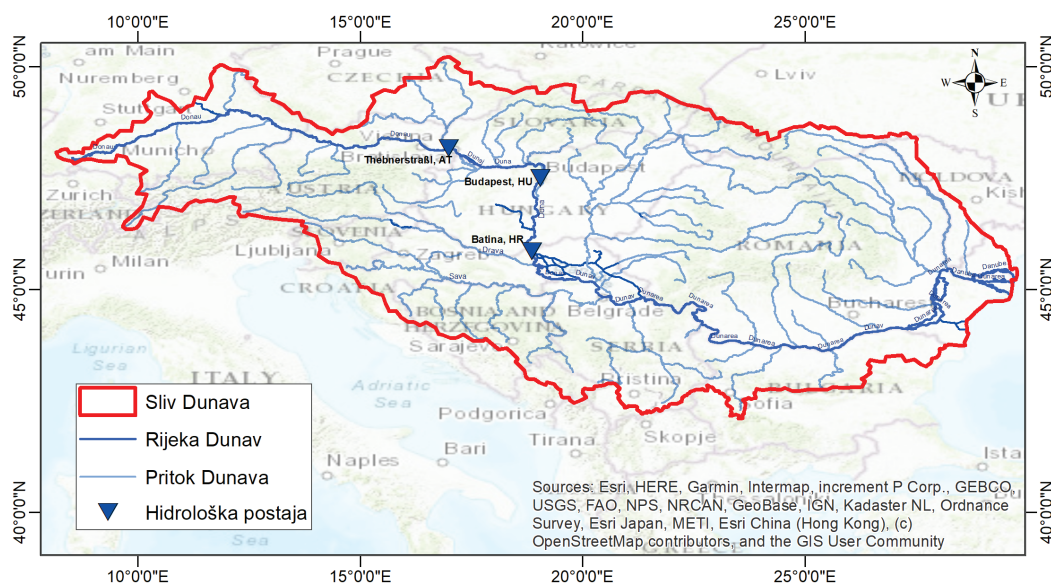
O Dunavu

Rijeka Dunav i njegov sliv drugi su po veličini u Europi, iza rijeke Volge. Sliv Dunava zauzima 801 463 km² površine raspoređenih u 19 zemalja Europe, od izvora u Njemačkoj do Crnog mora (slika 5.7.1). Duljina Dunava iznosi 2857 km, od kojih je u Hrvatskoj samo 138 km. Time Dunav nije naša najdulja rijeka, no njegov sliv zauzima oko 62,5 % površine Hrvatske. Među brojnim su pritocima Dunava i naše najdulje rijeke Sava i Drava. Sava je ujedno dominantni pritok po prinosu vode u Dunav, a Drava je četvrta. Dio Dunava u Hrvatskoj pripada njegovu srednjem dijelu toka sporog tečenja s malim visinskim gradijentom unutar panonske ravnice od Bratislave u Slovačkoj do Đerdapa na srpsko-rumunjskoj granici.

Hidrološka postaja Batina prva je na Dunavu na teritoriju Hrvatske, a počela je raditi 9. ožujka 2001. godine. Nalazi se na desnoj obali Dunava, oko 800 m uzvodno od mosta u Batini. Lokacija vodokaznog profila Batine vrlo je blizu vodokaznog profila hidrološke postaje Bezdana na lijevoj obali Dunava koja pripada Republici Srbiji i čije podatke protoka imamo za razdoblje 1951. – 2001. Zbog kratkoće niza podataka Batine statističke obrade provode se na spojenim podacima Bezdana 1951. – 2001. i Batine 2002. – 2023. U navedenom je razdoblju u Batini/Bezdanu prosječno protjecalo 2279 m³/s, dok je najmanji protok od 590 m³/s bio zabilježen 26. listopada 2018. godine.

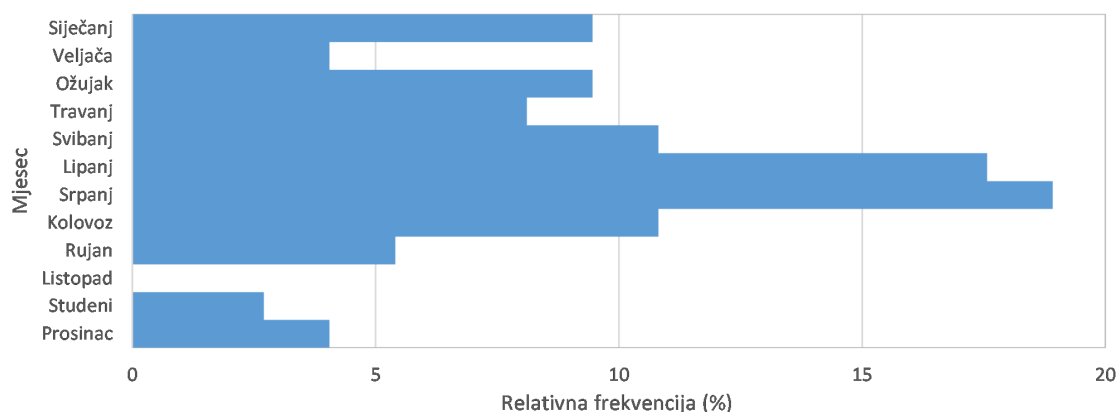
Maksimalni zabilježeni protok Dunava od 8486 m³/s u Batini (i Bezdanu) bio je 13. lipnja 2013. godine, kojem odgovara povratno razdoblje od oko 67 godina, s pripadnim zabilježenim relativnim vodostajem od 772 cm.

Tijekom razdoblja 1951. – 2023. najveći protoci Dunava kod Batine/Bezdana najčešće su se događali u

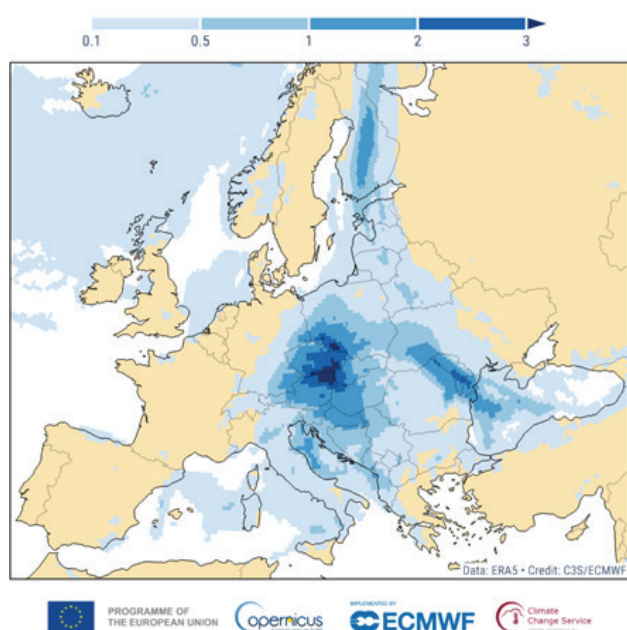


Slika 5.7.1. Karta sliva Dunava koji je označen crvenom linijom. Rijeka Dunav deblja je plava linija, dok su pritoci tanje linije. Na karti su označene tri hidrološke postaje Thebnerstraßl u Austriji, Budimpešta u Mađarskoj i Batina u Hrvatskoj.

Batina, godišnji najveći protoci po mjesecima (%), 1951-2023.



Slika 5.7.2. Udio (%) pojavljivanja maksimalnih godišnjih protoka na hidrološkim postajama Batina/Bezdan na Dunavu tijekom razdoblja 1951. – 2023.



Slika 5.7.3. Omjer između količine oborine iz petodnevnog razdoblja 12. - 16. rujna 2024. i prosječne mjesečne rujanske količine oborine razdoblja 1991. – 2020. (preuzeto s <https://climate.copernicus.eu/precipitation-relative-humidity-and-soil-moisture-september-2024>)

lipnju (18 %) i srpnju (19 %) te podjednako često tijekom svibnja i kolovoza (11 %), kao što je vidljivo na slici 5.7.2.

Najmanje godišnjih maksimuma protoka zabilježeno je tijekom listopada (0 %), studenog (3 %), prosinca i veljače (4 %) te rujna (5 %).

O Dunavu u rujnu i listopadu 2024. godine u Batini

Kao što često napominjemo, naše najveće rijeke Dunav, Drava i Sava donose nam velike vode uslijed oborine i/ili otopljenog snijega iz svojih slivova u uzvodnim zemljama.

Rujan 2024. u Europi je obilježio prolazak ciklone Boris koja je sredinom mjeseca donijela iznadprosječnu količinu oborine (slika 5.7.3) u srednjoj i dijelu istočne Europe⁹. Ciklona Boris donijela je obilnu i intenzivnu oborinu koja je prouzročila poplave, štetu i gubitak 27 ljudskih života na područjima Njemačke, Poljske, Austrije, Češke, Slovačke, Rumunjske i Italije.

Kao što je vidljivo na slici 5.7.3, slivno područje gornjeg Dunava u Njemačkoj, Austriji, Poljskoj, Češkoj i Slovačkoj sredinom rujna 2024. primilo je iznimno veliku količinu oborine. Naime, tijekom pet dana zabilježeno je i više od 300 % prosječne rujanske oborine! To je izazvalo brojne poplave na gornjem i srednjem dijelu sliva Dunava, odnosno na samom Dunavu i njegovim brojnim pritocima.

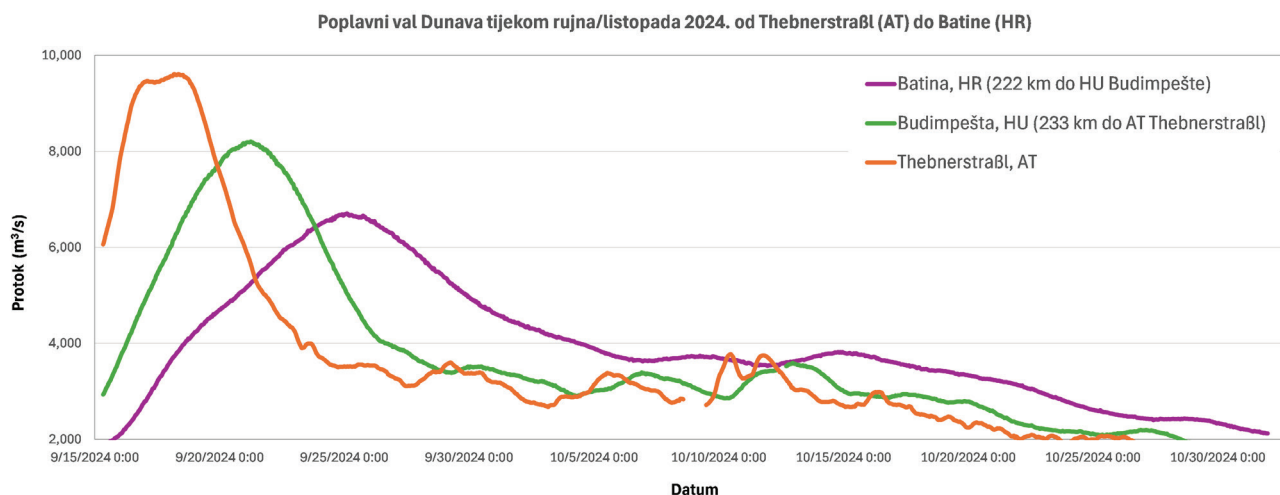
S obzirom na operativne meteorološke i hidrološke prognoze DHMZ-a te prognozu dotjecanja velikih voda Dunava iz uzvodnih zemalja k nama, već je 11. rujna 2024. izdano priopćenje „Obilna kiša, nevrijeme, osjetni pad temperature i moguće poplave“ u kojem je upozoreno na nepovoljan razvoj meteorološke i hidrološke situacije⁸.

Dunav je u gornjem dijelu toka, npr. na hidrološkoj postaji Thebnerstraßl u Austriji naglo rastao (slika 5.7.4 narančasta linija) već u prvoj dekadi rujna 2024. s maksimumom od 9605 m³/s dana 18. rujna 2024. u 3 h po lokalnom vremenu, no naglo je i opao sljedećih dana. U mađarskoj Budimpešti maksimum od 8202 m³/s bio je 21. rujna 2024. u 5 h, čime je prosječna brzina vrha vodnog vala od Thebnerstraßla do Budimpešte bila oko 3,15 km/h. Maksimalni protok u Batini bio je 6599 m³/s dana 25. rujna 2024. u 1 h, odnosno 4 dana nakon Budimpešte, te je prosječna brzina vrha vodnog vala bila oko 2,41 km/h. Na slici 5.7.4 lijepo je vidljiva promjena oblika, trajanja i amplitude vodnog vala uslijed pada energije korita i terena odnosno usporavanja tečenja.

Tijekom ovog razdoblja velikih dunavskih voda zabilježen je najviši relativni vodostaj od 708 cm na hidrološkoj postaji Batina u rano jutro 25. rujna 2024. godine. Po zadnjoj važećoj krivulji protoka tom vodostaju odgovara protok od 6599 m³/s koji je osmi po veličini

⁸ <https://climate.copernicus.eu/precipitation-relative-humidity-and-soil-moisture-september-2024>

⁹ https://meteo.hr/objave_najave_natjecaji.php?section=onn¶m=objave&el=priopcenja&daj=pr11092024



Slika 5.7.4. Hidrogram Dunava od Austrije (Thebnerstraßl) preko 233 km nizvodne Budimpešte, od koje do Batine ima još 222 km, za razdoblje od 15. rujna do 30. listopada 2024.

godišnjih maksimuma razdoblja 1951. – 2023. i pripada mu povratno razdoblje od 10 godina.

Zanimljivo je trajanje velikih voda Dunava u Hrvatskoj. Na hidrološkoj postaji Batina zabilježeni relativni vodostaji bili su u mjerama obrane od poplava dulje od 35 dana. U pripremnom stanju, odnosno kada su relativni vodostaji u rasponu 300 – 499 cm, hidrološka postaja Batina bila je više od 22 dana, u redovnim mjerama (rel. vodostaj 500 – 649 cm) bila je skoro osam dana, a u izvanrednim mjerama (rel. vodostaj 650 – 799 cm) pet dana.

Iako je Dunav u uzvodnim zemljama stvorio brojne probleme, u Hrvatskoj nije jer je postojeći sustav obra-

ne od poplava dobro funkcionirao, rijeka Drava nije bila velika, a i Kopački rit zadržao je dio poplavnih voda Dunava. Negrađevinske mjere sustava obrane od poplava obuhvaćaju operativne hidroprognoze slivova rijeka Dunav i Drava, razvijene u sklopu projekta VEPAR¹⁰, a koje su operativne na računalu DHMZ-a od kraja 2023. godine. Zahvaljujući njima pravovremeno je bio poznat razvoj poplave Dunava u našoj zemlji te su odgovorne službe mogle lakše organizirati operativni rad.

Za sve one koji žele znati više o slivu Dunava i njegovoj zaštiti tu je i mrežna stranica Međunarodne komisije za zaštitu Dunava (engl. [The International Commission for the Protection of the Danube River](http://www.icpdr.org) ili ICPDR): www.icpdr.org

¹⁰Projekt unaprjeđenja negrađevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava u Republici Hrvatskoj – VEPAR (vodno ekološko praćenje, analize i rješenja)

6. OCJENA KLIME NA GLOBALNOJ LJESTVICI ZA 2024.

Kornelija Špoler Čanić
sažetak prema *WMO Provisional State of the Global Climate in 2024*

U izvješću WMO-a dokumentiraju se rastući utjecaji vremenskih i klimatskih prilika

- Ključni pokazatelji klimatskih promjena opet su dosegili rekordne razine.
- Dugoročni prosjek zagrijavanja tijekom više desetljeća i dalje je niži od 1,5 °C.
- Podizanje razine mora i zagrijavanje oceana neće se moći poništiti stotinama godina.
- Rekordne koncentracije stakleničkih plinova u kombinaciji s uvjetima El Niña i drugim čimbenicima utječu na rekordno visoke temperature 2024.
- Rana upozorenja i klimatske usluge ključni su za zaštitu zajednica i gospodarstava.

Stanje globalne klime: ključni pokazatelji klimatskih promjena u 2024. godini dosegli su rekordne razine

Svjetska meteorološka organizacija (WMO) na svojim je mrežnim stranicama 19. ožujka 2025. objavila detaljno [Izvješće o stanju globalne klime 2024. godini](#). Riječ je o jednom od WMO-ovih znanstvenih izvješća kojima se nastoje pružiti informacije za donošenje odluka. Izvješće je objavljeno uoči Svjetskog meteorološkog dana (23. ožujka 2025.), ali i prvog Svjetskog dana ledenjaka (21. ožujka 2025.) te Svjetskog dana voda (22. ožujka 2025.).

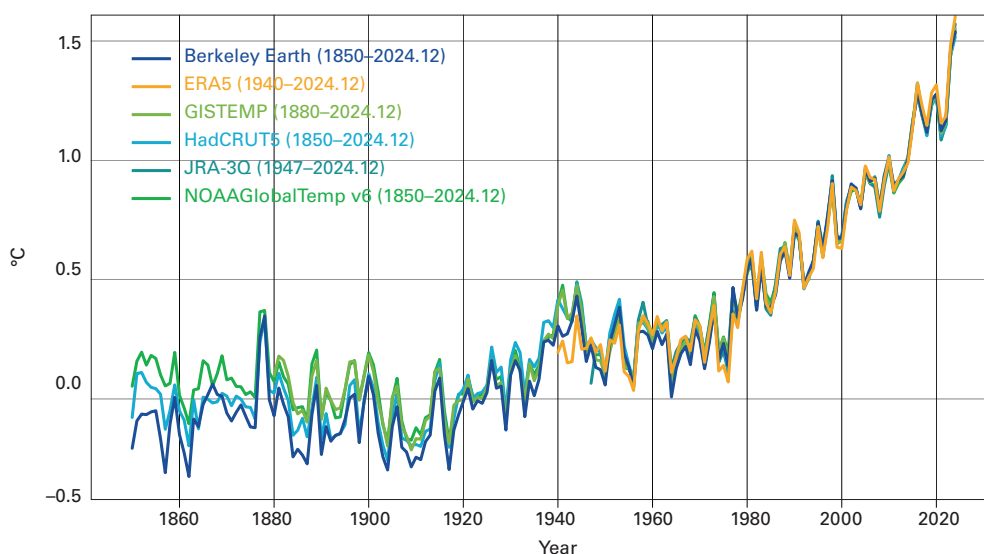
U izvješću je navedeno da su jasni znakovi klimatskih promjena prouzročenih ljudskim djelovanjem dosegli nove rekordno visoke razine tijekom 2024. godine, a neke njihove posljedice neće se moći poništiti stotinama, a možda i tisućama godina. Također je naglašeno da su aktualna golemo gospodarska i društvena previranja potaknuta ekstremnim vremenskim prilikama.

Godina 2024. vjerojatno je bila prva kalendarska godina s temperaturama koje su premašile one iz pre-

dindustrijskog razdoblja za više od 1,5 °C s obzirom na to da je globalna srednja temperatura zraka bila za $1,55 \pm 0,13$ °C viša od prosjeka razdoblja 1850. – 1900. Riječ je o najtoplijoj godini u povijesti motrenja dugoj 175 godina (slika 6.1).

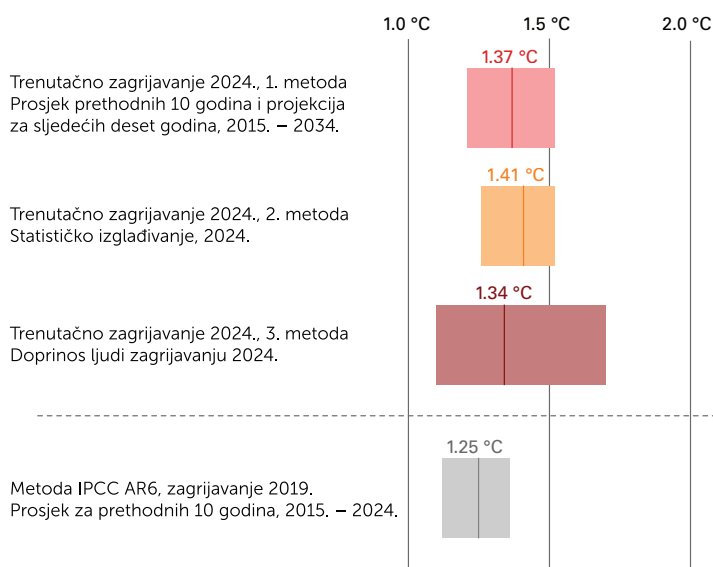
U izvješću je pokazano i sljedeće:

- Koncentracija ugljikova dioksida u atmosferi na najvišim je razinama u posljednjih 800 000 godina.
- Globalno, svaka od proteklih 10 godina bila je među 10 najtoplijih godina u povijesti mjerenja.
- Tijekom svake od proteklih osam godina zabilježena je nova rekordno visoka razina topline oceana.
- 18 najmanjih površina arktičkog morskog leda u povijesti mjerenja zabilježeno je u posljednjih 18 godina.
- U protekle tri godine dogodio se najveći trogodišnji gubitak mase ledenjaka u povijesti mjerenja.
- Stopa podizanja razine mora udvostručila se od početka satelitskih mjerenja.



Slika 6.1. Anomalije globalne srednje godišnje temperature u odnosu na polaznu vrijednost predindustrijskog razdoblja (1850. – 1900.) prikazane od 1850. do 2024. Izvor: podaci iz šest skupina podataka.

Najbolje procjene trenutačnog globalnog zagrijavanja i dalje su ispod 1,5 °C



Slika 6.2. Tri metode za utvrđivanje ažurne procjene trenutačnog globalnog zagrijavanja od 2024. u usporedbi s metodom IPCC AR6 koja primjenjuje prosjeke prethodnih 10 godina i predstavlja zagrijavanje do 2019. godine. Najbolja procjena dobivena svakom metodom označena je tamnom okomitom crtom, a raspon nesigurnosti prikazan je zasjenjenim područjem.

U izvješću se navodi da se dugoročno globalno zagrijavanje trenutačno procjenjuje na 1,34 – 1,41 °C u odnosu na polaznu vrijednost razdoblja 1850. – 1900. na temelju niza metoda, iako se pritom navode rasponi nesigurnosti u globalnim statističkim podacima o temperaturi (slika 6.2). Tim međunarodnih stručnjaka WMO-a dodatno to ispituje kako bi se zajamčilo dosljedno i pouzdano praćenje dugoročnih promjena globalne temperature, koje će biti usklađeno s Međuvladinim panelom o klimatskim promjenama (IPCC). Bez obzira na primijenjenu metodologiju svaki je djelić stupnja za koji se Zemlja zagrijava bitan i povećava rizike i troškove za društvo.

Rekordno visoke globalne temperature zabilježene 2023. i ponovno 2024. u najvećoj su mjeri posljedica stalnog porasta emisija stakleničkih plinova u kombinaciji s prelaskom s uvjeta La Niñe, koji imaju učinak hlađenja, na uvjete El Niña, koji imaju učinak zagrijavanja. Neočekivanim i neobičnim skokovima temperature mogli su doprinijeti i drugi čimbenici, uključujući promjene Sunčeva ciklusa, velike vulkanske erupcije i smanjenje aerosola koji imaju učinak hlađenja, navodi se u izvješću.

No temperature zraka samo su djelić mnogo šire slike.

Podaci za 2024. pokazuju da se oceani i dalje zagrijavaju te da se razine mora i dalje podižu. Dijelovi Zemljine površine pod ledom (kriosfera) otapaju se zabrinjavajućom brzinom: povlačenje ledenjaka se nastavlja, a površina antarktičkog morskog leda dosegla je drugu najmanju vrijednost u povijesti mjerenja. Istodobno, ekstremne vremenske prilike i dalje siju razorne posljedice diljem svijeta.

Broj novoraseljenih osoba tijekom 2024. bio je najviši u proteklih 16 godina, što je posljedica tropskih ciklona, poplava, suša i ostalih opasnosti koje su doprinijele pogoršavanju kriza opskrbe hranom i prouzročile goleme gospodarske gubitke. WMO i globalna zajednica na to su odgovorili intenziviranjem napora za jačanje

sustava ranog upozoravanja i klimatskih usluga kako bi se donositeljima odluka i društvu općenito pomoglo da budu otporniji na ekstremne vremenske i klimatske prilike. Tek polovina svih svjetskih zemalja ima odgovarajuće sustave ranog upozoravanja.

Izvješće se temelji na znanstvenim doprinosima nacionalnih meteoroloških i hidroloških zavoda, regionalnih klimatskih centara WMO-a, UN-ovih partnera i desetaka stručnjaka. Obuhvaća i podatke o praćenju globalne temperature za Pariški sporazum i razumijevanju temperaturnih anomalija zabilježenih tijekom 2023. i 2024. godine, a usto uključuje dodatke o klimatskim uslugama i ekstremnim vremenskim prilikama.

Ključni pokazatelji

Ugljikov dioksid u atmosferi

Koncentracija ugljikova dioksida u atmosferi, kao i koncentracija metana i dušikova oksida na najvišim je razinama u posljednjih 800 000 godina.

Godine 2023. (posljednje godine za koju su dostupne konsolidirane globalne godišnje brojke) koncentracije ugljikova dioksida iznosile su $420,0 \pm 0,1$ dijelova na milijun (ppm), što je 2,3 ppm više nego 2022. i 151 % predindustrijske razine (1750.). 420 ppm odgovara 3,276 Gt – ili 3,276 bilijuna tona CO₂ u atmosferi.

Podaci u stvarnom vremenu s konkretnih lokacija pokazuju da su razine tih triju glavnih stakleničkih plinova nastavile rasti tijekom 2024. godine. Ugljikov dioksid u atmosferi ostaje naraštajima, zadržavajući toplinu.

Globalna srednja temperatura zraka

Osim što je 2024. postavljen novi rekord, svaka od posljednjih deset godina od 2015. do 2024. bila je jedna od deset najtoplijih u povijesti mjerenja.

Rekordna temperatura zabilježena 2024. bila je pojačana snažnim uvjetima El Niña, čiji se vrhunac dogodio početkom godine. Od lipnja 2023. do prosinca 2024. prosječne mjesečne globalne temperature oborile su sve rekorde zabilježene prije 2023. godine.

Glavni pokretač tog porasta bile su rekordne razine stakleničkih plinova, dok je prijelaz na uvjete El Niña imao manju ulogu.

Toplina oceana

Oko 90 % energije koju staklenički plinovi zadržavaju u Zemljinu sustavu pohranjeno je u oceanu.

Toplina oceana 2024. je dosegla najvišu razinu u povijesti motrenja dugoj 65 godina. Tijekom svake od proteklih osam godina zabilježen je novi rekord. Stopa zagrijavanja oceana u protekla dva desetljeća, od 2005. do 2024., za više je nego dvostruko premašila vrijednost iz razdoblja od 1960. do 2005. godine (slika 6.3).

Zagrijavanje oceana dovodi do propadanja morskih ekosustava, gubitka bioraznolikosti i smanjenja djelovanja oceana kao ponora ugljika. Osim toga doprinosi tropskim olujama i podizanju razine mora. Nemoguće ga je poništiti stotinama, pa i tisućama godina. Klimatske projekcije pokazuju da će se zagrijavanje oceana nastaviti barem do kraja 21. stoljeća čak i u scenarijima niske razine emisija ugljika.

Acidifikacija oceana

Nastavljena je acidifikacija površine oceana, što pokazuje kontinuirano smanjenje globalne prosječne pH-vrijednosti površine oceana. Najintenzivnija regionalna smanjenja te vrijednosti zabilježena su u Indijskom oceanu, Južnom oceanu, istočnom dijelu ekvatorijalnog Tihog oceana, sjevernom dijelu tropskog Tihog oceana te u nekim dijelovima Atlantskog oceana.

Učinci acidifikacije oceana na površinu staništa, bioraznolikost i ekosustave već su jasno vidljivi u proi-

zvodnji hrane iz uzgoja školjkaša i u ribarstvu, kao i na koralnim grebenima.

Projekcije pokazuju da će se acidifikacija oceana u 21. stoljeću nastaviti povećavati, a brzina kojom će se to odvijati ovisit će o budućim emisijama. Promjene pH-vrijednosti u dubini oceana nije moguće poništiti u vremenskim okvirima koji sežu od stoljeća sve do tisućljeća.

Globalna srednja razina mora

Globalna srednja razina mora 2024. godine bila je najviša od početka satelitskog mjerenja 1993., a stopa njezina porasta u razdoblju 2015. – 2024. bila je dvostruko viša nego 1993. – 2002. (2,1 mm u odnosu na 4,7 mm godišnje).

Podizanje razine mora ima kaskadne štetne učinke na obalne ekosustave i infrastrukturu te dodatne učinke koji proizlaze iz poplava i onečišćenja podzemnih voda slanom vodom.

Bilanca mase ledenjaka

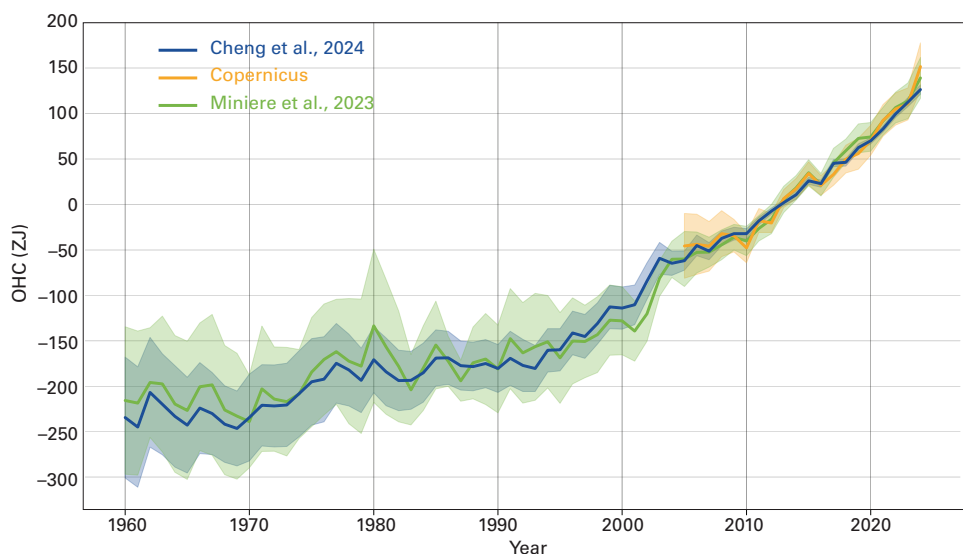
U razdoblju 2022. – 2024. izmjerena je najnegativnija trogodišnja bilanca mase ledenjaka u povijesti mjerenja. Sedam od deset godina s najnegativnijom bilancom mase od 1950. zabilježeno je nakon 2016. godine.

Iznimno negativne bilance mase dokumentirane su u Norveškoj, Švedskoj, na Svalbardu te u tropskim Andama.

Povlačenjem ledenjaka povećavaju se kratkoročne opasnosti te se šteti gospodarstvima, ekosustavima i dugoročnoj sigurnosti opskrbe vodom.

Površina morskog leda

Osamnaest najmanjih minimalnih površina arktičkog morskog leda u povijesti satelitskog mjerenja zabilježeno je u posljednjih 18 godina. Za godišnju mi-



Slika 6.3. Promjena godišnje globalne topline oceana do dubine od 2000 m za razdoblje 1960. – 2024. u odnosu na srednjak razdoblja 2005. – 2020. izražena u zetađulima (10^{21} J). Zasjenjeno područje pokazuje raspon nesigurnosti od dvije standardne devijacije.

nimalnu i maksimalnu površinu antarktičkog morskog leda evidentirane su druge najniže vrijednosti u povijesti motrenja od 1979. godine.

Minimalna dnevna površina arktičkog morskog leda 2024. je iznosila 4,28 milijuna km², što je sedma najmanja površina u povijesti satelitskog mjerenja dugoj 46 godina. Na Antarktici je minimalna dnevna površina jednaka drugom najmanjem minimumu u povijesti satelitskog mjerenja, a minimalna površina antarktičkog morskog leda pala je na manje od 2 milijuna km² treću uzastopnu godinu. To su tri najmanja minimuma antarktičkog morskog leda u povijesti satelitskog mjerenja.

Ekstremni vremenski događaji i njihovi učinci

Ekstremni vremenski događaji tijekom 2024. rezultirali su najvišim godišnjim brojem novoraseljenih osoba od 2008., uništivši domove, kritičnu infrastrukturu, šume, poljoprivredna zemljišta i bioraznolikost.

Skupni utjecaj različitih šokova kao što su pojačani ratni sukobi, suša i visoke domaće cijene hrane doveli su do pogoršanja kriza opskrbe hranom u 18 zemalja diljem svijeta do sredine 2024. godine.

Mnogi događaji s najvećim utjecajem tijekom 2024. posljedica su tropskih ciklona, uključujući tajfun Yagi u Vijetnamu, na Filipinima i u južnoj Kini.

U SAD-u uragani Helene i Milton pogodili su kopno na zapadnoj obali Floride velikom snagom u listopadu prouzročivši gospodarske štete mjerene u desecima milijardi dolara. S iznimno obilnim kišama i poplavama koje je prouzročio uragan Helene povezuje se više od 200 smrtnih slučajeva, što je najveći broj stradalih u nekom uraganu koji je pogodio kopno u SAD-u od uragana Katrina 2005. godine.

Tropski ciklon Chido odnio je ljudske žrtve i prouzročio gospodarske štete na francuskom otoku Mayotte u Indijskom oceanu te u Mozambiku i Malaviju. U Mozambiku je uslijed tog ciklona raseljeno oko 100 000 ljudi.

Ovaj sažetak zaključujemo riječima glavne tajnice WMO Celeste Saulo koja je u povodu objave izvješća poručila: *Iako jedna godina zagrijavanja koje prelazi 1,5 °C ne znači da su dugoročni ciljevi Pariškog sporazuma u pogledu temperature nedostižni, svejedno je poziv na buđenje koji nas upozorava da povećavamo rizike koji prijete našim životima, gospodarstvu i planetu!*