



DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD
CROATIAN METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL SERVICE

SEKTOR ZA METEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ
METEOROLOGICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT SECTOR

Doprinos izradi
Šestog izvješća o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj,
2021. – 2024.



DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

CROATIAN METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL SERVICE

SEKTOR ZA METEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ
METEOROLOGICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT SECTOR

KLASA: 920-01/25-23/41

URBROJ: 554-06-03/01-26-3

Zagreb, 27. veljače 2026.

Studija „Doprinos izradi Šestog izvješća o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj, 2021.-2024.“ izrađena je u Službi za klimatologiju i Službi za agrometeorologiju Sektora za meteorološka istraživanja i razvoj Državnog hidrometeorološkog zavoda temeljem dopisa Zavoda za zaštitu okoliša i prirode Ministarstva zaštite okoliša i zelene tranzicije, Radnička cesta 80/7, 10000 Zagreb (vaši KLASA: 351-01/25-06/4, URBORJ: 517-08-1-1-2-25-1) primljenog 19. 12. 2025. i pismenoj komunikaciji o sadržaju (vaš mail od 12.2.2026.).

Voditeljica izrade studije: mr. sc. Melita Perčec Tadić

Studiju su izradili: dr. sc. Mislav Anić (agroklimatološka analiza, poglavlja 3, 4.5, 4.6, 5)

mr. sc. Melita Perčec Tadić (klimatološka analiza, poglavlja 1, 2, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4)

Leonardo Patalen, dipl. ing. geod. (statistička analiza i vizualizacija)

Voditeljica Službe za klimatologiju:

Načelnica Sektora za meteorološka
istraživanja i razvoj:

mr. sc. Melita Perčec Tadić

dr. sc. Iris Odak

Voditelj Službe za agrometeorologiju:

dr. sc. Mislav Anić



dr. sc. Ivan Güttler



1.	UVOD	1
2.	TEMPERATURA ZRAKA.....	2
2.1.	Srednja godišnja temperatura zraka	2
2.2.	Godišnji broj vrućih dana	4
2.3.	Godišnji broj hladnih dana.....	5
2.4.	Godišnji broj dana s toplim noćima	6
3.	TEMPERATURA TLA	7
3.1.	Mjesečne, sezonske i godišnje anomalije temperature tla na dubini od 10 cm u razdoblju 2021. - 2024.	7
3.2.	Karta linearnog trenda srednje god. temp. tla na dubini od 10 cm u razdoblju 1981. - 2024.	8
4.	DOSTUPNOST VODE IZ OBORENE.....	10
4.1.	Godišnja količina oborine.....	10
4.2.	Standardizirani oborinski indeks, SPI6.....	12
4.2.1.	<i>SPI6 u 2021. godini</i>	12
4.2.2.	<i>SPI6 u 2022. godini</i>	14
4.2.3.	<i>SPI6 u 2023. godini</i>	15
4.2.4.	<i>SPI6 u 2024. godini</i>	17
4.3.	Sušna razdoblja.....	18
4.4.	Kišna razdoblja.....	19
4.5.	Palmerov indeks suše (PDSI)	20
4.6.	Index aridnosti (AI)	21
5.	UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA POLJOPRIVREDU	23
5.1.	Vjerojatnost ugroženosti poljoprivredne proizvodnje toplinskim stresom	23
5.2.	Promjene u nastupu fenoloških faza	24
6.	UČESTALOST EKSTREMA.....	27
7.	LITERATURA.....	31
8.	PRILOZI	31
8.1.	Popis slika.....	31



1. Uvod

Jedna od bitnih sastavnica stanja okoliša je klimatska varijabilnost sagledana kroz odstupanja pojedinih klimatskih elemenata u odnosu na višegodišnji prosjek. Analizirani su sljedeći meteorološki i agrometeorološki elementi: temperatura tla na 10 cm dubine, temperatura zraka, količina oborine, fenološke faze biljaka, i iz njih izvedeni indeksi.

Klimu određenog područja oblikuju globalna cirkulacija atmosfere, zemljopisni položaj, udaljenost od mora, planinski lanci, nadmorska visina, lokalna obilježja, vegetacija i drugi faktori, dok je međugodišnja klimatska varijabilnost određena promjenama u globalnoj cirkulaciji, utjecajem prevladavajućih vremenskih situacija, kao i utjecajem klimatskih promjena.

Statistička obilježja klimatskih elemenata računaju se na temelju 30-godišnjih klimatoloških podataka referentnog razdoblja 1991. – 2020. Izuzetno se standardizirani oborinski indeks SPI računa u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2020.

U studiji dajemo pregled odstupanja za razdoblje 2001. – 2024. u odnosu na referentno razdoblje, na 30-tak meteoroloških postaja koje se operativno koriste za praćenje klimatske i agroklimatske varijabilnosti.

Pored odstupanja, za klimatsku ocjenu temperaturnih i oborinskih prilika koriste se i percentili i klasifikacijska skala s granicama određenim prema vrijednostima 2., 9., 25., 75., 91. i 98. percentila dobivenih iz teorijskih razdiobi koje na najbolji mogući način aproksimiraju osnovna obilježja svih podataka referentnog razdoblja. Na osnovi tako dobivenih razdioba moguće je svakoj izmjerenoj vrijednosti pridružiti odgovarajuću teorijsku kumulativnu čestinu 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. Rang koji promatrana vrijednost ima u skupu svih višegodišnjih vrijednosti mjerenja omogućuje uvid u to da li je ta vrijednost uobičajena ili predstavlja rijedak događaj. 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.

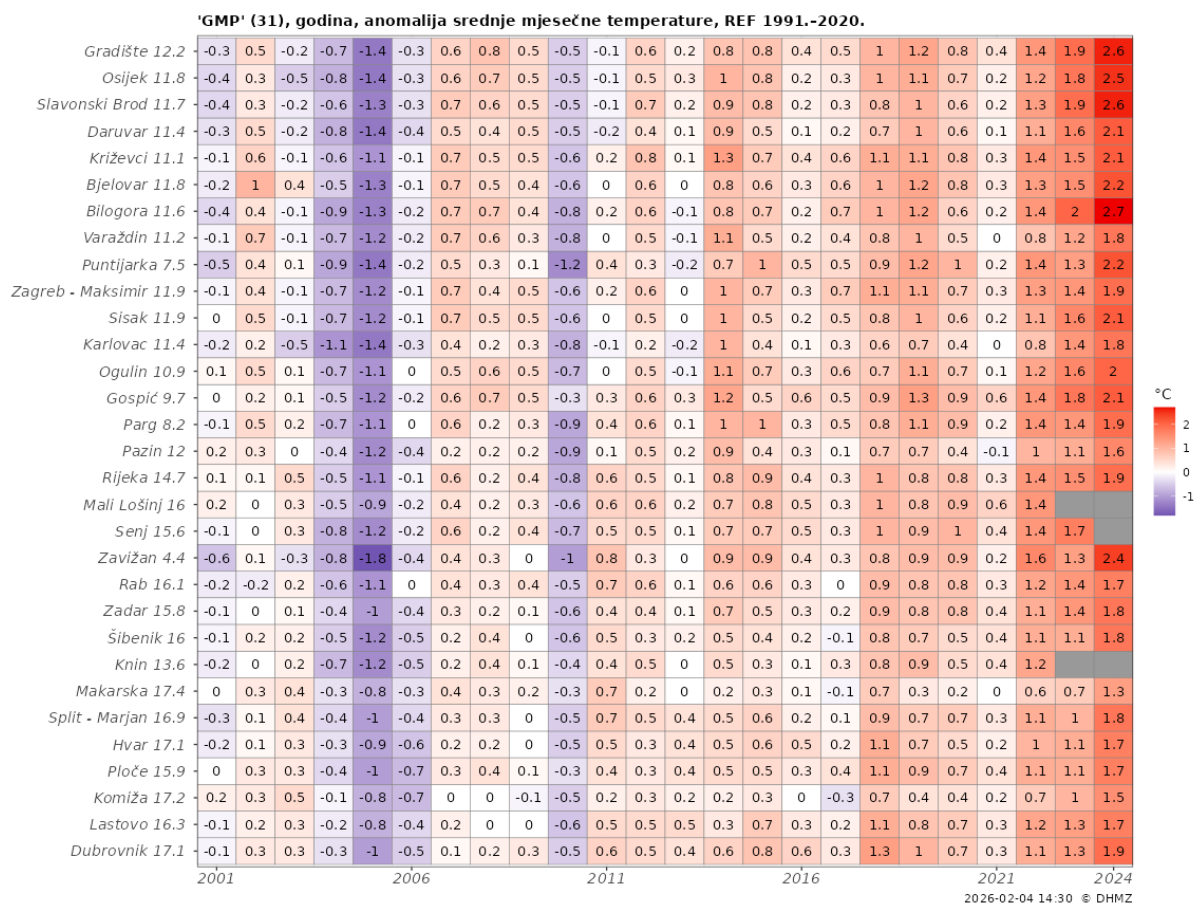
Pojedini agroklimatski elementi analizirani su trendovima, poput trenda srednje godišnje temperature tla i trenda u nastupu fenoloških faza. Iznosi trenda izraženi su porastom/smanjenjem po desetljeću.



2. Temperatura zraka

2.1. Srednja godišnja temperatura zraka

Odstupanja srednje godišnje temperature zraka od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. pokazuju da je 2021. bila prosječno topla godina na svim razmatranim meteorološkim postajama, njih trideset i jednoj, dok su 2022. – 2024. bile najtoplije godine 21. stoljeća (slika 2.1-1). Pri tome je 2024. bila i najtoplija godina u nizu mjerenja od 1961., pri čemu su pojedine postaje bile su i do 2,7°C toplije od prosjeka referentnog razdoblja. Odstupanja srednje godišnje temperature zraka bila su u 2021. 0,0 – 0,6 °C, u 2022. 0,6 – 1,6 °C, u 2023. 0,7 – 2,0 °C i u 2024. 1,3 – 2,7 °C u odnosu na referentno razdoblje.



Slika 2.1-1 Odstupanja srednje godišnje temperature zraka [°C] od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom 2001. – 2024. Prosječna godišnja temperatura zraka u razdoblju 1991. – 2020. naznačena je brojem kraj naziva meteorološke postaje.

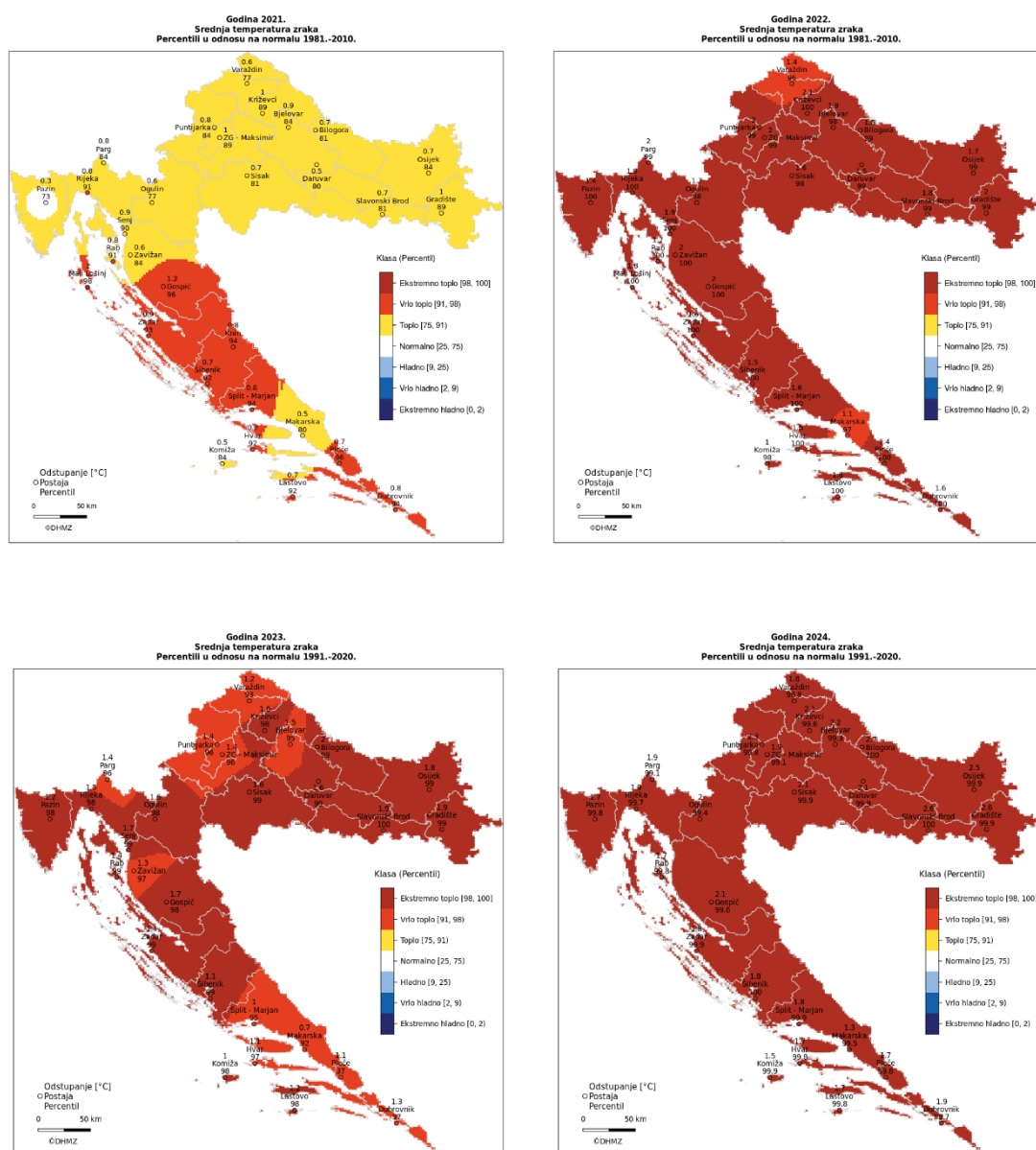
Za ocjenu percentila je u 2021. i 2022. korišteno tadašnje standardno klimatsko razdoblje 1981. – 2010., dok se od 2023. korisni razdoblje 1991. – 2020. Prema raspodjeli percentila, toplinske prilike u Hrvatskoj u 2021. godini opisane su sljedećim kategorijama: normalno (središnja Istra), toplo (istočna, središnja i dio gorske Hrvatske, obala Istre, Kvarner s dijelom otoka, dio srednje Dalmacije, Korčula) i vrlo toplo (dio kvarnerskih otoka, dio gorske Hrvatske, sjeverna Dalmacija, dio srednje Dalmacije, južna Dalmacija izuzev Korčule) (slika 2.1-2).



Prema raspodjeli percentila, toplinske prilike u Hrvatskoj u 2022. godini opisane su sljedećim kategorijama: vrlo toplo (sjever Hrvatske, šire makarsko područje) i ekstremno toplo (gotovo čitava Hrvatska) (slika 2.1-2).

Prema raspodjeli percentila, temperaturne prilike u Hrvatskoj u 2023. godini opisane su sljedećim kategorijama: vrlo toplo (dio središnje Hrvatske, okolica Parga i Zavižana, veći dio srednje i južne Dalmacije) i ekstremno toplo (istočna i dijelovi središnje Hrvatske, gorska Hrvatska, sjeverno Hrvatsko primorje, sjeverna Dalmacija, otoci Vis, Korčula i Lastovo) (slika 2.1-2).

Prema raspodjeli percentila, 2024. godina bila je ekstremno topla u cijeloj Hrvatskoj (slika 2.1-2).



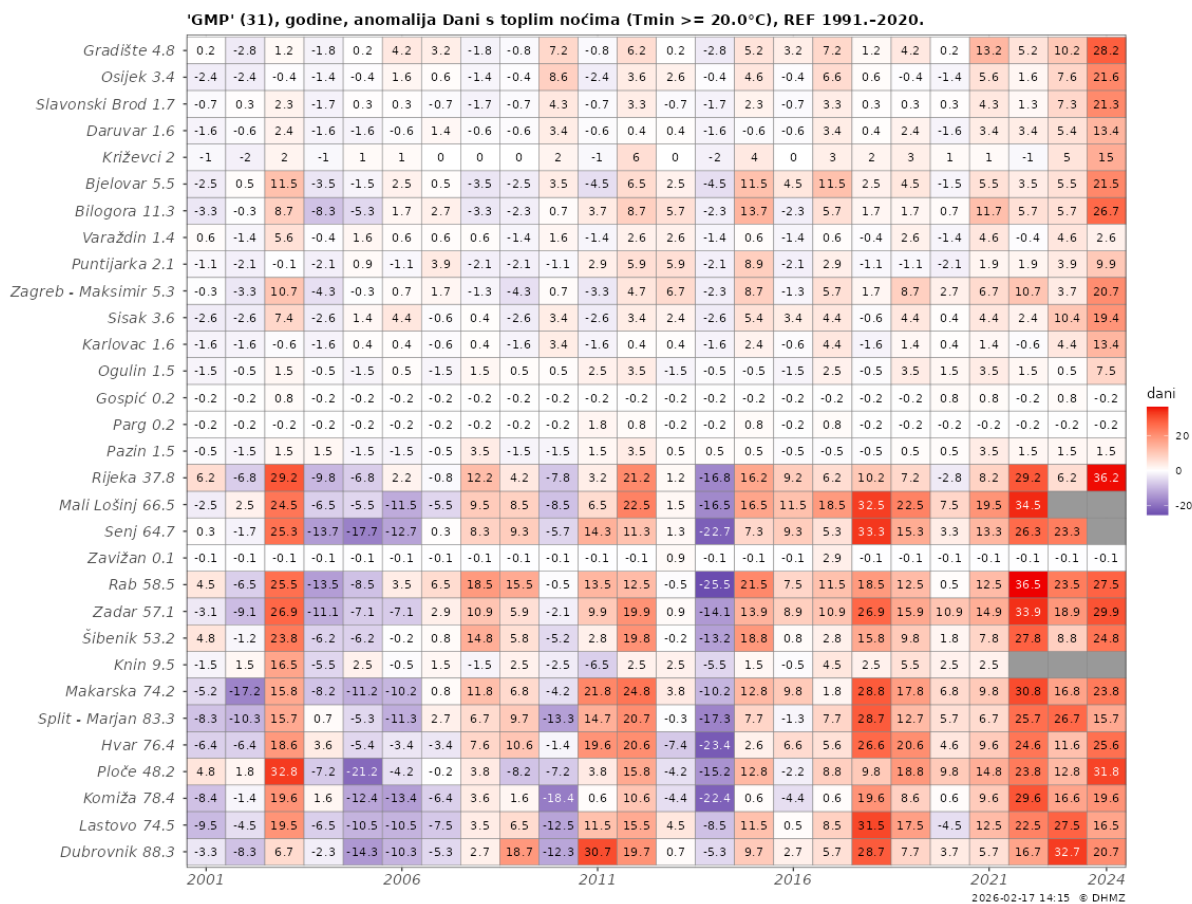
Slika 2.1-2 Odstupanja srednje godišnje temperature zraka [°C] za 2021. i 2022. od prosjeka razdoblja 1981. – 2010., te odstupanja srednje godišnje temperature zraka [°C] za 2023. i 2023. od prosjeka razdoblja 1991. – 2020.



2.4. Godišnji broj dana s toplim noćima

Dani s toplim noćima su dani u kojima minimalna temperatura zraka iznosi najmanje 20 °C ($T_{min} \geq 20,0 \text{ °C}$). U referentnom razdoblju 1991. – 2020. takvi su dani na kontinentu bili rijetki, najčešće do šest dana godišnje, dok se na obali njihov broj kretao od 37,8 dana u Rijeci do 88,3 dana u Dubrovniku (slika 2.4-1). Prosječni broj dana s toplim noćima u razdoblju 1991. – 2020. naznačen je brojem kraj naziva meteorološke postaje.

Odstupanja godišnjeg broja dana s toplim noćima od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. pokazuju da ih je uglavnom bilo blizu ili više od prosjeka tijekom 2021. – 2024. Odstupanja u odnosu na prosjek bila su -0,2 – 19,5 dana tijekom 2021., -1,0 – 36,5 dana tijekom 2022., -0,2 – 32,7 dana tijekom 2023., i -0,2 – 36,2 dana tijekom 2024. Značajnija su odstupanja na obali, gdje i u prosjeku ovakvih dana ima više.



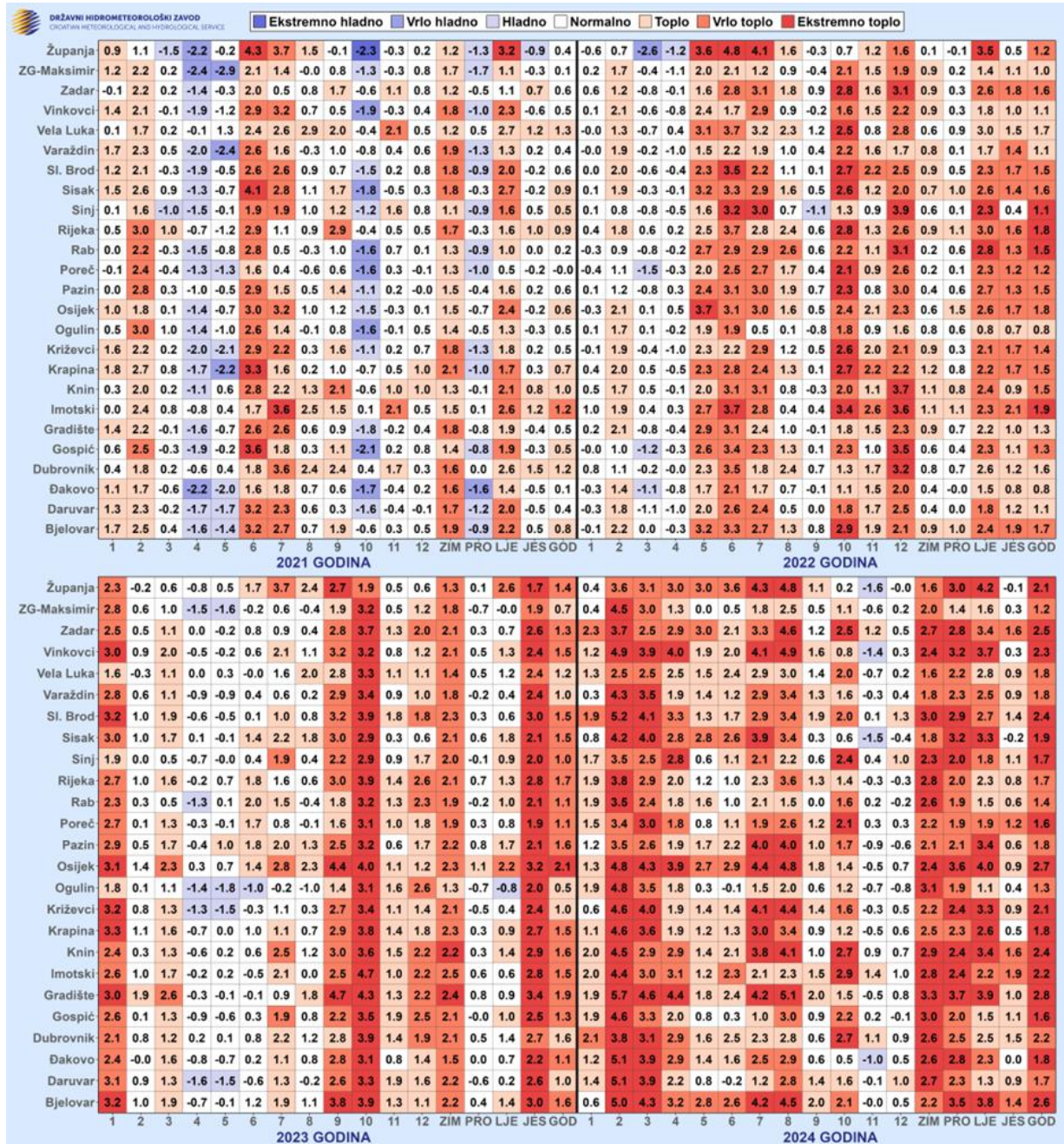
Slika 2.4-1 Odstupanja godišnjeg broja dana s toplim noćima od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom 2001. – 2024. Prosječni broj dana s toplim noćima u razdoblju 1991. – 2020. naznačen je brojem kraj naziva meteorološke postaje.



3. Temperatura tla

3.1. Mjesečne, sezonske i godišnje anomalije temperature tla na dubini od 10 cm u razdoblju 2021. - 2024.

Analiza godišnje temperature tla na 10 cm dubine ukazala je na pozitivna godišnja odstupanja (stupac GOD na slici 3.1-1) na svim analiziranim postajama što znači da je srednje godišnje temperatura tla tijekom svih godina u razdoblju 2021. – 2024. bila iznadprosječna.

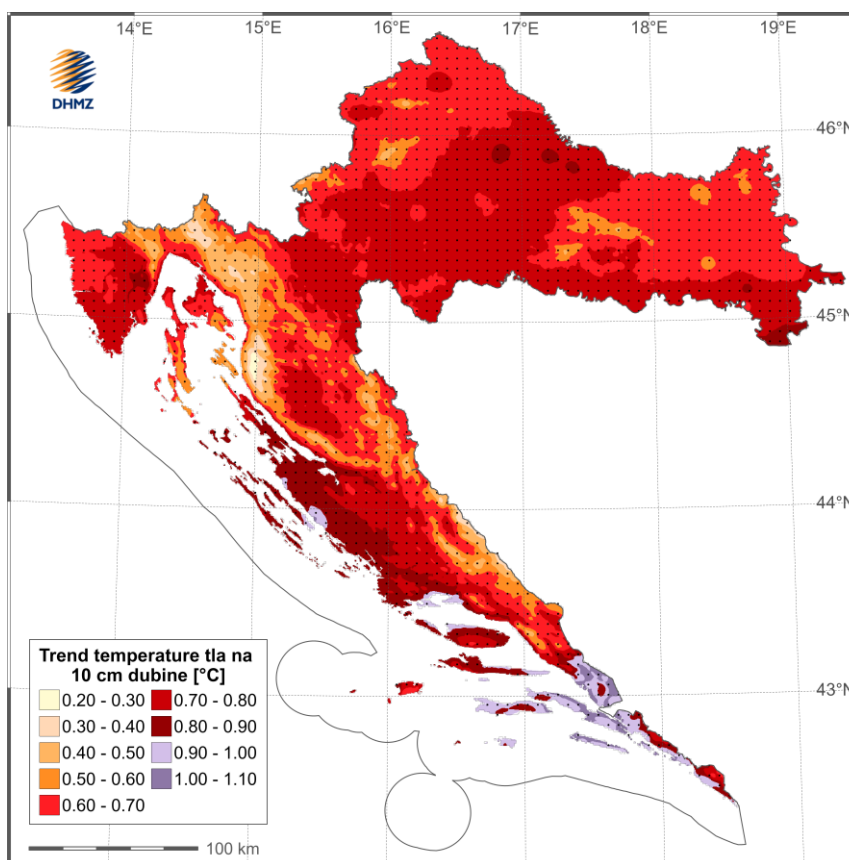


Slika 3.1-1 Mjesečna (1-12), sezonska (ZIM, PRO, LJE i JES) i godišnja (GOD) odstupanja srednje godišnje temperature tla na 10 cm dubine [°C] od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom razdoblja 2021. – 2024.

Najmanja godišnja odstupanja na analiziranim postajama zabilježena su tijekom 2021. godine, dok su najveća zabilježena 2024. godine, kada su toplinske prilike u tlu prema raspodjeli percentila uglavnom svrstane u klasu ekstremno toplo. Što se sezona tiče, ljeto (stupac LJE na slici 3.1.-1) je u sve četiri analizirane godine uglavnom bilo iznadprosječno toplo, a jedino je u 2023. godini na postaji Ogulin zabilježeno negativno odstupanje temperature tla na 10 cm dubine. Analiza mjesečnih odstupanja (stupci 1 – 12 na slici 3.1.-1) pokazala je da su negativna odstupanja najčešće bilježena tijekom 2021. godine, što upućuje na to da je srednja mjesečna temperatura tla na dubini od 10 cm bila niža od višegodišnjeg prosjeka. Sa slike 3.1.-1 također se može uočiti da su negativna odstupanja temperature tla pretežno zabilježena tijekom proljetnih mjeseci. Ipak, sa slike 3.1.-1 jasno prevladava crvena boja koja nam ukazuje na iznadprosječno visoke mjesečne vrijednosti temperature tla na 10 cm dubine u razdoblju 2021. – 2024.

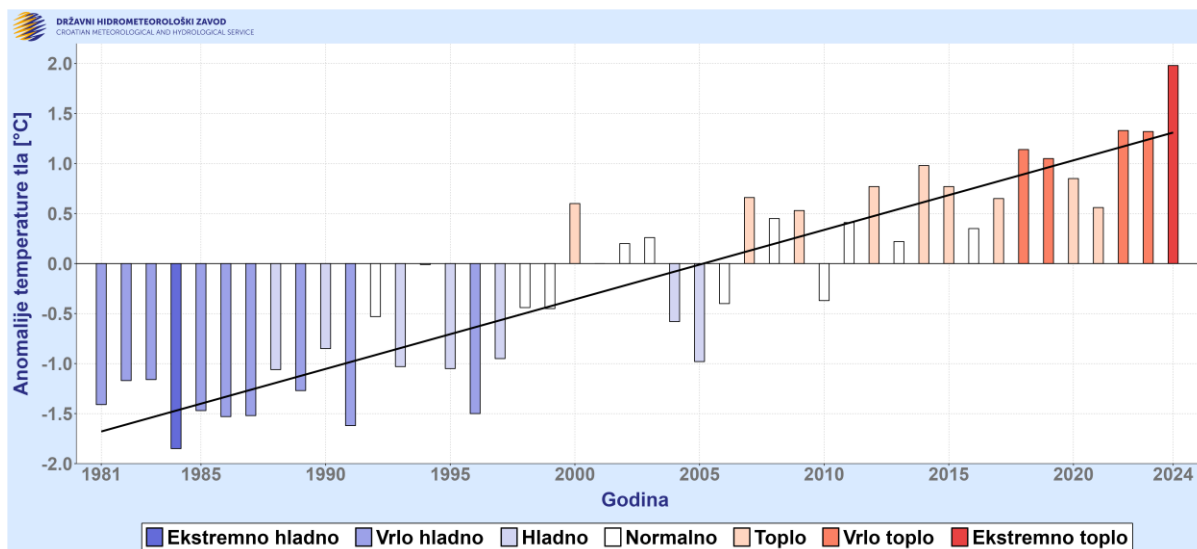
3.2. Karta linearnog trenda srednje god. temp. tla na dubini od 10 cm u razdoblju 1981. - 2024.

Analiza linearnog trenda srednje godišnje temperature tla na dubini od 10 cm ukazala je na konzistentan i statistički signifikantan ($p \leq 0.05$) trend rasta temperature tla na području cijele Republike Hrvatske od 1981. godine pri čemu se vrijednosti trenda kreću od $0.2 \text{ °C} / 10 \text{ god}$ u gorskim predjelima do $1.1 \text{ °C} / 10 \text{ god}$ na samom jugu zemlje. U nizinskom dijelu i Istri porast temperature tla na 10 cm uglavnom iznosi između 0.6 i $0.9 \text{ °C} / 10 \text{ god}$.



Slika 3.2-1 Trend srednje godišnje temperature tla na 10 cm [$^{\circ}\text{C} / 10 \text{ god}$] dubine u razdoblju 1981. – 2024. Točkasta područja ukazuju na statistički signifikantan trend ($p \leq 0.05$), a kose linije na područja u kojima trend nije statistički signifikantan.

Za detaljniji uvid je za svaku godinu u razdoblju 1981. – 2024. izračunata srednja godišnja temperatura tla na 10 cm dubine na području Republike Hrvatske, a nakon toga izračunata su i godišnja odstupanja oduzimanjem prosječne vrijednosti temperature tla na 10 cm dubine u razdoblju 1991. – 2020. od svake godišnje vrijednosti. Analizom percentila svakom odstupanju pridijeljena je odgovarajuća klasa te je sve prikazano na slici 3.2.-2. Iz slike se jasno vidi da su godišnje vrijednosti temperature tla na 10 cm dubine u 2022., 2023. i 2024. godini najveće od 1981. godine.



Slika 3.2-2 Odstupanja srednje godišnje temperature tla na 10 cm dubine na području Republike Hrvatske u razdoblju 1981. – 2024.

Temperatura tla predstavlja važan agroklimatski čimbenik koji utječe na klijanje i nicanje usjeva, razvoj korijenova sustava te preuzimanje vode i nutrijenata iz tla. Zajedno s vlažnošću tla određuje početak pupanja drveća i razvoj lisne mase (Lalić i sur., 2018). Iz provedene analize može se zaključiti da se tlo na području Republike Hrvatske sve više zagrijava. Produljena razdoblja s visokim vrijednostima temperature tla mogu nepovoljno utjecati na poljoprivrednu proizvodnju jer uzrokuju toplinski stres biljaka, ubrzavaju razvojne faze te mogu dovesti i do smanjenja prinosa. Osim toga, povišene temperature tla ujedno potiču intenzivnije isparavanje, čime se smanjuje sadržaj vlage u tlu i raspoloživost vode za biljke.

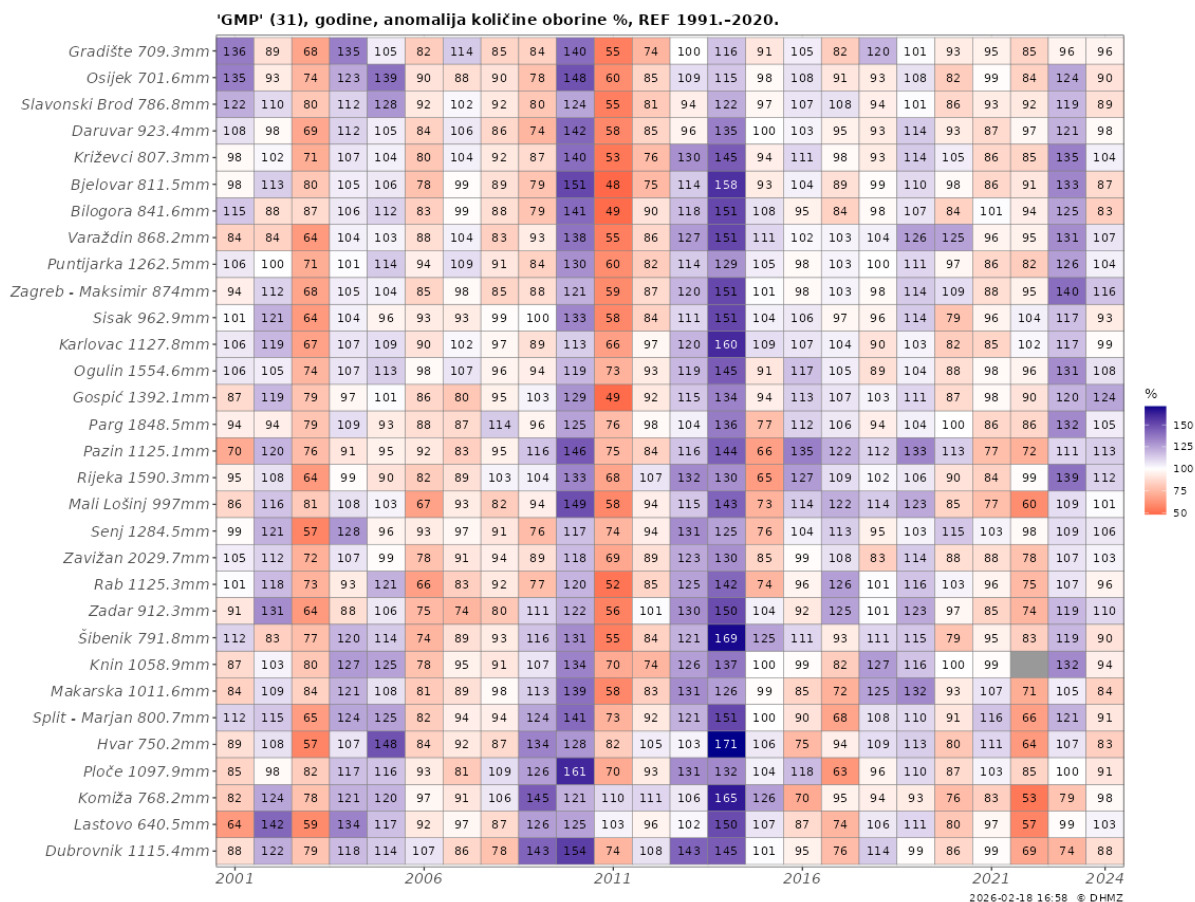


4. Dostupnost vode iz oborine

Dostupnost vode iz oborine analizira se s nekoliko pokazatelja: odstupanjima srednje godišnje količine oborine od prosjeka razdoblja 1991. – 2020., standardiziranim oborinskim indeksom za hladni dio godine – SPI6 za ožujak, standardiziranim oborinskim indeksom za topli/vegetacijski dio godine – SPI6 za rujan i maksimalnim godišnjim trajanjima sušnih i kišnih razdoblja, pri čemu su sušna (kišna) razdoblja definirana kao neprekidni nizovi dana s dnevnom količinom oborine manjom (većom) ili jednakom od 5 mm, indeksi CDD_5 (consecutive dry days) i DWD_5 (consecutive wet days). Pored njih, analizira se Palmerov indeks suše koji se temelji na vodnoj bilanci u sustavu tlo–biljka–atmosfera te indeks aridnosti na temelju odnosa oborine i potencijalne evapotranspiracije.

4.1. Godišnja količina oborine

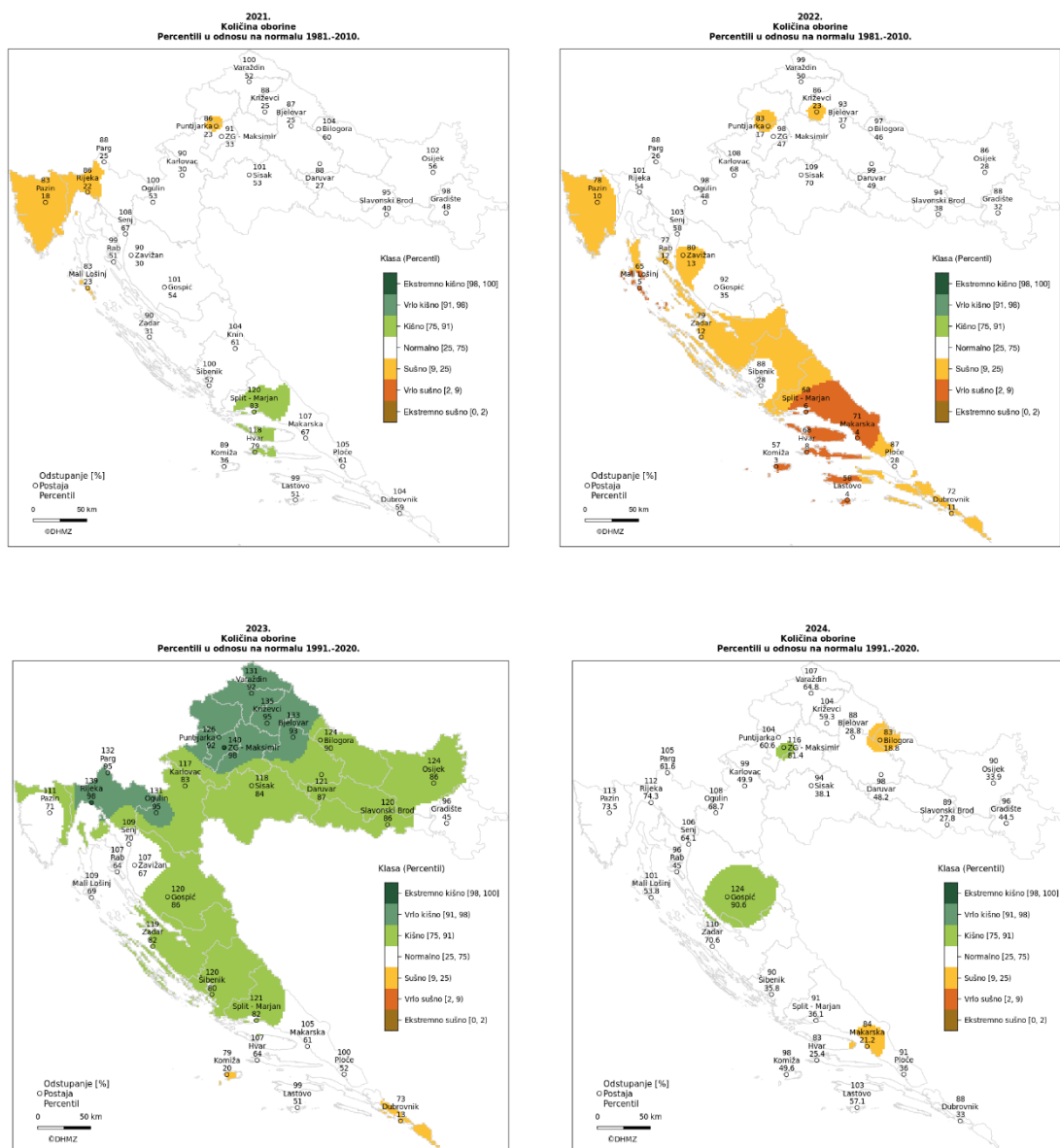
Odstupanja godišnjih količina oborine od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. pokazuju uglavnom prosječne do suhe oborinske prilike tijekom 2021. , 2022. i 2024., a kišne tijekom 2023. Odstupanja u odnosu na prosjek bila su 77 – 116 % tijekom 2021., 53 – 104 % tijekom 2022., 74 – 140 % tijekom 2023. i 83 – 124 tijekom 2024.



Slika 4.1-1 Odstupanja godišnje količine oborine od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom 2001. – 2024. Prosječna godišnja količina oborine u razdoblju 1991. – 2020. naznačena je brojem kraj naziva meteorološke postaje.

Oborinske prilike u Hrvatskoj u 2021. godini izražene percentilima bile su normalne na većem dijelu teritorija, a sušne ili kišne na izdvojenim lokacijama. Detaljnije su oborinske prilike opisane sljedećim kategorijama: sušno (okolica Puntijarke, šire riječko područje, Istra, Mali Lošinj), normalno (veći dio teritorija), kišno (dio srednje Dalmacije oko Splita, dijelovi Brača i Hvara) (slika 4.1-2).

Oborinske prilike u Hrvatskoj u 2022. godini izražene percentilima bile su normalne do sušne ili vrlo sušne. Detaljnije su oborinske prilike opisane sljedećim kategorijama: vrlo sušno (otok Lošinj, veći dio srednje Dalmacije, otoci Korčula i Lastovo), sušno (okolica Križevaca i Puntijarke, Istra, dio otoka Cresa i otok Rab, dio sjevernog Velebita, veći dio sjeverne Dalmacije, dio srednje i veći dio južne Dalmacije) i normalno (istočna Hrvatska, veći dio središnje i gorske Hrvatske, dio Kvarnera, šibensko područje, okolica Ploča) (slika 4.1-2).



Slika 4.1-2 Odstupanja godišnje količine oborine [%] za 2021. i 2022. od prosjeka razdoblja 1981. – 2010. (gornji redak), te odstupanja godišnje količine oborine [%] za 2023. i 2024. od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. (donji redak).



Oborinske prilike u 2023. godini izražene percentilima detaljnije su opisane sljedećim kategorijama: sušno (otok Vis i dubrovačko područje), normalno (krajnji istok Hrvatske, dio gorske Hrvatske, Istra, kvarnerski otoci, dio srednje i južne Dalmacije), kišno (dijelovi istočne, središnje i gorske Hrvatske, sjeverna Dalmacija), vrlo kišno (sjeverni dio središnje Hrvatske, sjeverni dio gorske Hrvatske i šire riječko područje) i ekstremno kišno (Zagreb i Rijeka) (slika 4.1-2).

Prema raspodjeli percentila, u većini Hrvatske godišnja količina oborine bila je u granicama normale. Kišne prilike prevladale su na području Gospića i Zagreba, a sušne na području Bilogore i Makarske (slika 4.1-2).

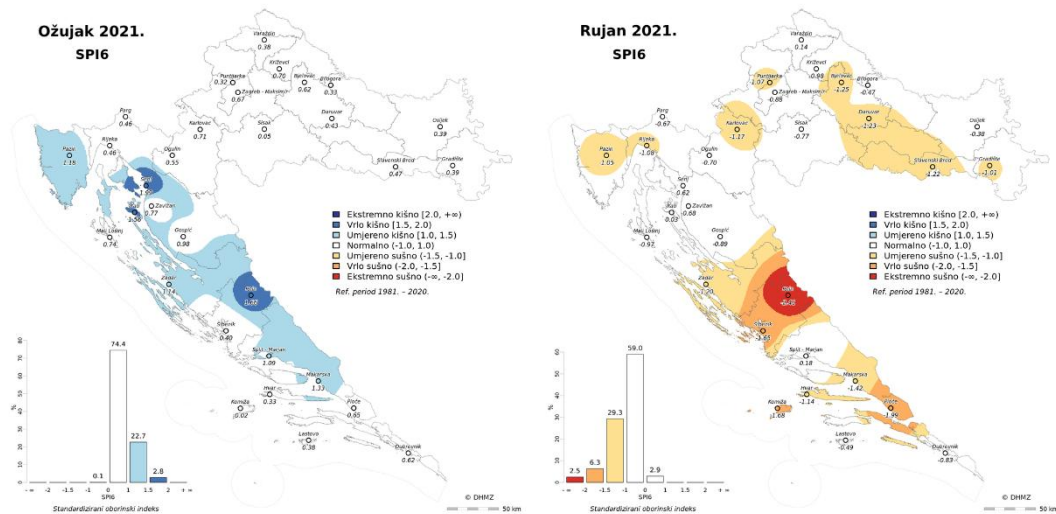
4.2. Standardizirani oborinski indeks, SPI6

U literaturi postoji velik broj indeksa za praćenje suše, a u meteorološkoj praksi najčešće se koristi standardizirani oborinski indeks, SPI (eng. Standardized Precipitation Index) kojeg su razvili McKee i sur. (1993), a preporučila Svjetska meteorološka organizacija (Hayes i sur., 2011; WMO, 2012). Razmatramo standardizirani oborinski indeks za hladni dio godine – SPI6 za ožujak i standardizirani oborinski indeks za topli/vegetacijski dio godine – SPI6 za rujnu tijekom 2021. – 2024. Prikazuju se karte ovih indeksa, kao i tablice u kojima se vidi razvoj SPI6 tijekom svih mjeseci pojedine godine.

4.2.1. SPI6 u 2021. godini

Prema SPI6 za ožujak 2021., prethodno šestomjesečno razdoblje bilo je normalno u kontinentalnom dijelu Hrvatske, a kišno do vrlo kišno u Istri i dijelovima priobalja i zaleđa (slika 4.2-1 lijevo). SPI6 za rujnu 2021. bio je u klasi normalno do sušno u kontinentalnom dijelu Hrvatske, a u klasama normalno te mjestimice sušno, vrlo i ekstremno sušno duž obale i u zaleđu (slika 4.2-1 desno).

Razvoj SPI6 tijekom svih mjeseci 2021. godine (slika 4.2-2) pokazuje da su područja sa SPI6 u klasi kišno u ožujku, bila kišna već u siječnju, a područja srednje i južne Dalmacije koja su bila sušna u rujnu, bila su prema SPI6 sušna već u srpnju i kolovozu.



Slika 4.2-1 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za ožujak (lijevo) i rujan (desno) 2021. godine u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

'GMP' (31), 2021.godina, SPI 6, REF 1981.-2020.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Gradište	0.27	0.02	0.39	0.02	0.23	-0.88	-0.81	-0.74	-1.01	-0.75	-0.05	0.79
Osijek	0.66	0.23	0.38	0.13	0.42	-0.42	-0.37	-0.18	-0.38	-0.4	-0.12	0.79
Slavonski Brod	0.74	0.44	0.47	-0.03	0.29	-0.93	-1.09	-0.91	-1.22	-1.12	-0.45	0.64
Daruvar	0.75	0.54	0.43	-0.5	0.38	-0.39	-0.62	-0.88	-1.23	-1.29	-1.57	-0.46
Križevci	1.01	0.64	0.7	-0.23	0.84	-0.29	-0.69	-0.6	-0.98	-1.1	-1.71	-0.54
Bjelovar	0.58	0.46	0.62	-0.31	0.45	-0.53	-0.86	-0.78	-1.25	-1.15	-1.41	-0.3
Bilogora	-0.07	-0.01	0.32	-0.28	0.56	-0.3	-0.16	-0.11	-0.46	-0.27	0.01	0.66
Varaždin	1.37	0.71	0.38	-0.4	0.82	-0.31	-0.4	0.28	0.14	0.16	-0.59	0.23
Puntijarka	0.77	0.55	0.32	-0.44	0.56	-0.4	-1.06	-0.91	-1.07	-1.06	-1.9	-0.69
Zagreb - Maksimir	0.94	0.75	0.67	-0.01	0.98	-0.29	-0.64	-0.55	-0.88	-1.01	-1.58	-0.4
Sisak	0.51	0.17	0.02	-0.55	0.47	-0.24	-0.45	-0.65	-0.84	-0.41	-0.91	0.3
Karlovac	0.84	0.61	0.71	0.19	0.71	-0.27	-0.74	-0.87	-1.17	-1.68	-1.97	-0.6
Ogulin	0.88	0.79	0.55	0.04	0.78	-0.1	-0.58	-0.76	-0.7	-0.21	-0.74	0.18
Gospić	1.38	1.25	0.98	0.57	1.03	0.02	-0.71	-0.73	-0.89	-1.47	-0.58	0.17
Parg	1.25	0.89	0.46	-0.08	0.97	-0.05	-0.51	-0.62	-0.67	-1.1	-1.43	-0.89
Pazin	1.58	1.51	1.18	1.2	1.98	0.12	-0.05	-0.62	-1.05	-1.94	-2.09	-1.27
Rijeka	0.58	0.64	0.46	-0.01	0.68	0.15	0.11	-0.46	-1.08	-1.57	-1.79	-1.08
Mali Lošinj	1.11	1.08	0.74	0.19	0.36	-0.55	-1.16	-1.29	-0.97	-2.02	-1.31	-0.41
Senj	2.22	2.11	1.99	0.63	1.2	0.42	0.59	0.72	0.62	-0.33	-0.6	0.17
Zavižan	1.37	1.2	0.77	-0.17	0.41	-0.52	-1.19	-1.14	-0.68	-0.87	-0.66	-0.06
Rab	1.79	1.82	1.56	0.22	0.54	-0.04	-0.63	-0.75	0.03	-0.54	-0.2	0.15
Zadar	1.53	1.26	1.14	0.47	0.28	-0.83	-1.44	-1.6	-1.2	-1.38	-0.51	0.02
Šibenik	1.08	0.95	0.4	-0.07	0.2	-0.8	-1.98	-1.89	-1.65	-1.62	0.2	0.67
Knin	2.22	2.03	1.66	0.77	1	-0.38	-1.93	-2.43	-2.41	-2.01	0.04	0.65
Makarska	1.83	1.7	1.29	0.87	1.36	-0.47	-1.83	-1.29	-1.33	-0.89	0.39	1.01
Split - Marjan	1.53	1.42	1.09	1.02	1.45	-0.14	-0.67	0.36	0.18	0.01	0.87	1.41
Hvar	0.92	0.82	0.33	0.3	0.76	-0.61	-1.77	-1.3	-1.14	-0.65	1.49	1.37
Ploče	1.39	1.15	0.65	0.65	0.93	-0.56	-1.6	-2.16	-1.99	-0.95	0.74	0.99
Komiža	0.52	0.43	0	-0.45	-0.44	-2.06	-2.44	-1.78	-1.72	-0.46	1.02	0.96
Lastovo	0.71	0.55	0.38	0.43	0.91	-0.47	-1.15	-0.22	-0.49	-0.11	0.41	0.5
Dubrovnik	1.41	0.92	0.62	0.71	1.3	0.32	-0.88	-0.48	-0.83	-0.67	-0.47	-0.05

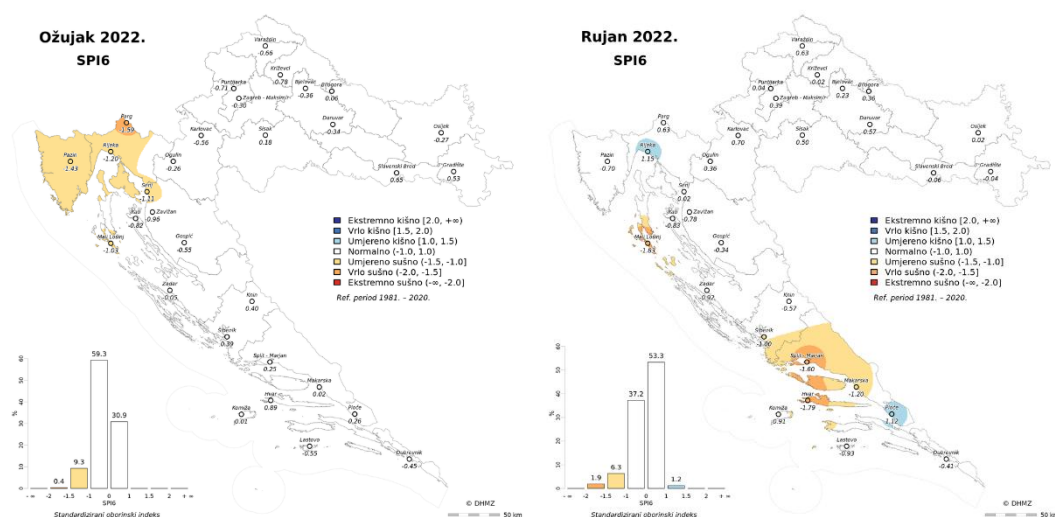
2026-02-17 14:13 © DHMZ

Slika 4.2-2 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 tijekom 2021. godine u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

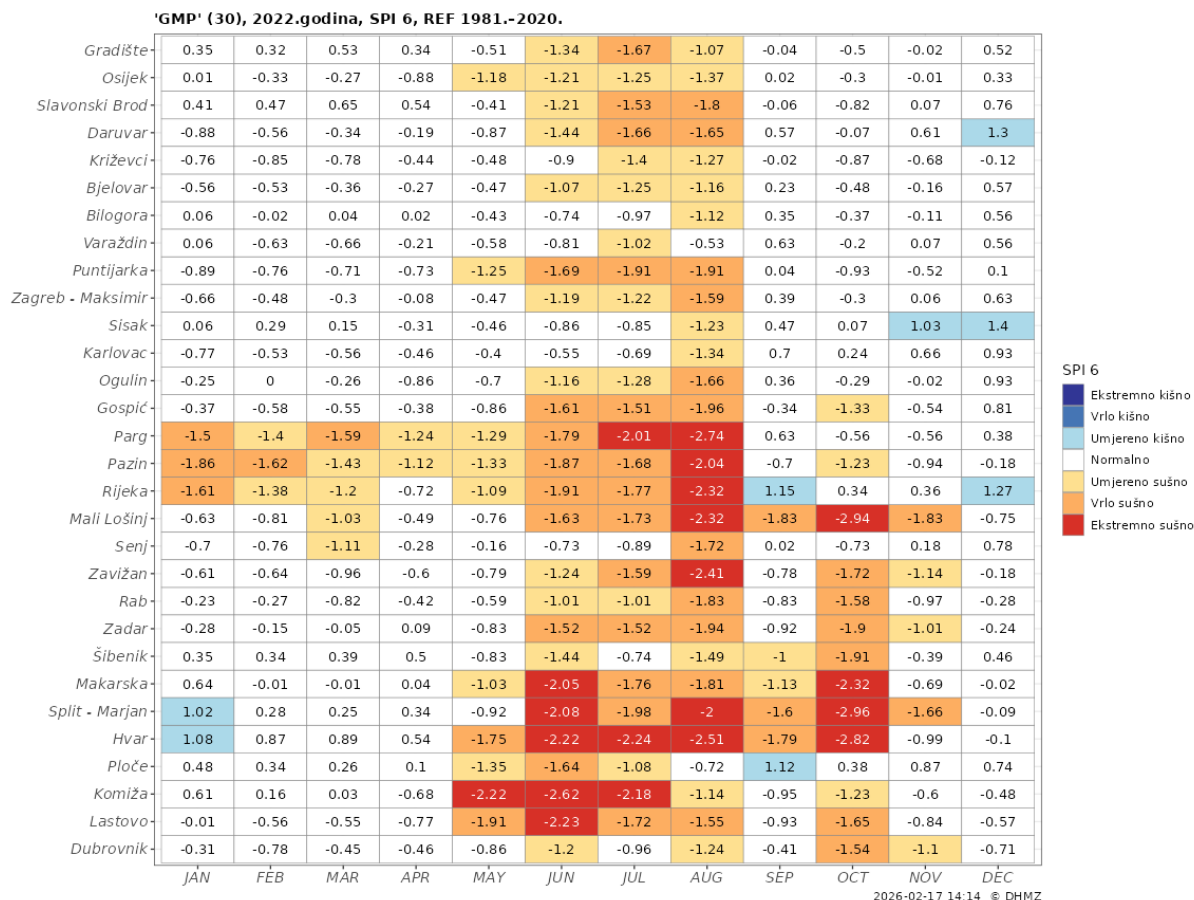
4.2.2. SPI6 u 2022. godini

Prema SPI6 za ožujak 2022., prethodno šestomjesečno razdoblje bilo je normalno u gotovo cijeloj Hrvatskoj, s izuzetkom Istre i sjevernog Hrvatskog primorja gdje je bilo sušno (slika 4.2-3 lijevo). SPI6 za rujan bio je također uglavnom u klasi normalno. Mjestimice kišno bilo je oko Rijeke i Ploča, a sušno na dijelu sjevernog Hrvatskog primorja i srednje Dalmacije (slika 4.2-3 desno).

Razvoj SPI6 tijekom svih mjeseci 2022. godine (slika 4.2-4) pokazuje da su šestomjesečni sušni uvjeti u gotovo cijeloj Hrvatskoj identificirani u lipnju, srpnju i kolovozu, a u gorskoj i primorskoj Hrvatskoj bili su i u kategoriji vrlo i ekstremno sušnih. Duž obale i zaleđa su se šestomjesečni sušni uvjeti protegnuli mjestimice sve do studenog.



Slika 4.2-3 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za ožujak (lijevo) i rujan (desno) 2022. godine u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

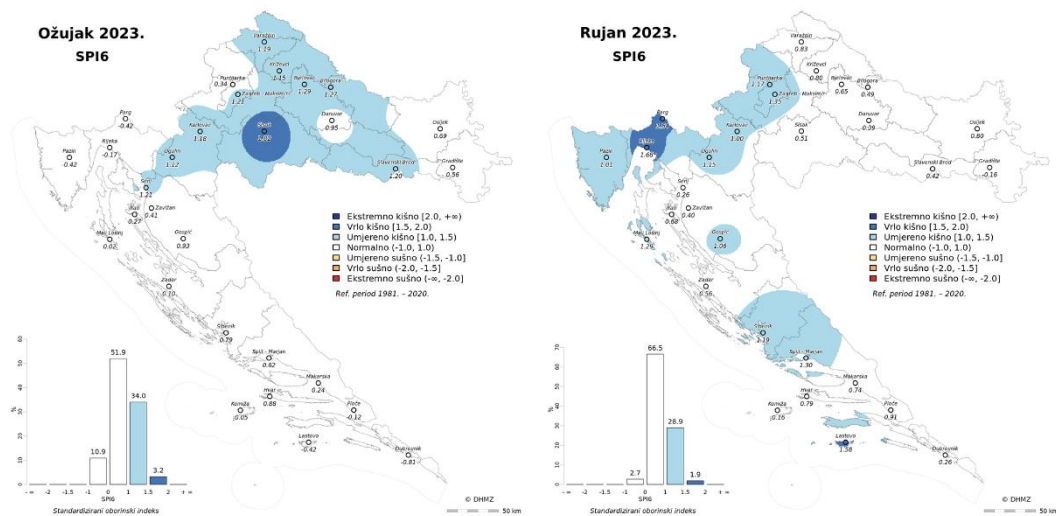


Slika 4.2-4 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za 2022. godinu u odnosu na prosjeka razdoblja 1981. – 2020. tijekom 2001. – 2024.

4.2.3. SPI6 u 2023. godini

Prema SPI6 za ožujak 2023., prethodno šestomjesečno razdoblje bilo je kišno u dijelu istočne i središnje Hrvatske, pri čemu je u okolici Siska bilo vrlo kišno (slika 4.2-5 lijevo). U ostatku Hrvatske SPI6 bio je u klasi normalno. SPI6 za rujanj bio je u klasi kišno u zapadnom dijelu središnje Hrvatske, u Istri i dijelu sjeverne i srednje Dalmacije. Vrlo kišno bilo je u Rijeci i zaleđu. Ostatak Hrvatske je prema SPI6 bio u klasi normalno (slika 4.2-5 desno).

Razvoj SPI6 tijekom svih mjeseci 2023. godine (slika 4.2-6) pokazuje da su šestomjesečni kišni uvjeti u kontinentalnoj Hrvatskoj trajali od siječnja do kolovoza. Područje Parga, Pazina i Rijeke bilo je u kišnom režimu prema SPI6 od kolovoza do prosinca 2023.



Slika 4.2-5 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za ožujak (lijevo) i rujanj (desno) 2023. godine u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

'GMP' (31), 2023.godina, SPI 6, REF 1981.-2020.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Gradište	1.29	1.27	0.56	0.96	0.96	0.38	0.22	-0.06	-0.16	-0.5	-0.44	-0.19
Osijek	1.09	1.72	0.67	2.18	2.26	1.52	1.32	0.97	0.8	0.02	0.26	0.4
Slavonski Brod	1.83	2.1	1.2	2.11	1.93	1.18	0.79	0.4	0.42	0.05	0.4	0.67
Daruvar	2.38	2.18	0.95	1.66	1.98	1.28	0.73	0.71	0.39	0.33	0.25	0.72
Križevci	1.44	1.45	1.15	2.07	2.18	1.92	1.38	1.56	0.8	0.42	0.51	0.67
Bjelovar	1.74	1.72	1.29	1.87	1.88	1.33	0.98	1.11	0.65	0.46	0.91	1.19
Bilogora	1.82	1.69	1.28	1.94	1.75	1.37	0.69	0.89	0.48	0.32	0.76	0.69
Varaždin	2.13	1.76	1.19	1.95	2.31	1.96	1.68	1.43	0.83	0.42	0.35	0.28
Puntijarka	1.28	1.29	0.34	1.17	1.67	1.81	1.63	1.76	1.18	0.9	0.76	0.39
Zagreb - Maksimir	1.68	2.13	1.21	2.05	2.51	1.73	1.49	1.52	1.35	1.02	0.96	1.45
Sisak	2.51	2.53	1.8	2.43	1.87	1.51	1.16	0.97	0.48	-0.16	-0.04	0.18
Karlovac	1.82	1.88	1.18	1.89	1.96	1.63	1.26	1.7	1	0.43	0.05	0.18
Ogulin	1.95	1.74	1.12	1.86	2.57	1.94	1.34	1.81	1.15	0.96	0.57	0.68
Gospić	1.09	1.21	0.93	1.77	1.99	1.06	1.1	1.83	1.06	1.11	0.87	0.56
Parg	1.02	0.88	-0.42	0.18	0.77	0.04	-0.19	1.96	1.54	2.44	2.18	2.25
Pazin	0.11	0.08	-0.42	0.28	0.09	0.19	0.61	1.36	1.01	0.94	1.27	0.82
Rijeka	1.4	1.38	-0.17	0.43	0.63	-0.51	-0.04	1.52	1.68	2.1	2.4	2.62
Mali Lošinj	-0.26	-0.17	0.02	0.84	1.6	0.98	0.72	2.09	1.3	0.61	-0.01	0.09
Senj	1.38	1.51	1.21	1.74	1.19	0.41	0.17	1.18	0.26	-0.19	0.43	0.51
Zavižan	0.4	0.52	0.41	0.97	1.29	0.73	0.6	1.31	0.4	0.12	0.35	0.14
Rab	0.05	0.21	0.27	0.83	0.82	0.36	0.8	1.72	0.68	0.42	0.47	0.35
Zadar	0.02	0.16	0.1	0.97	1.28	1.02	0.93	1.27	0.56	0.38	0.71	0.58
Šibenik	0.56	0.57	0.79	1.41	1.3	1	0.69	1.59	1.19	0.68	0.72	0.46
Knin						1.58	1.17	1.9	1.85	1.46	1.22	0.63
Makarska	0.46	0.28	0.21	0.47	0.57	0.23	-0.27	0.88	0.71	0.89	0.68	0.19
Split - Marjan	0.51	0.25	0.62	1	1.38	0.91	0.48	1.58	1.3	1.16	1.12	0.57
Hvar	0.67	0.55	0.88	1.26	1.23	0.95	0.26	0.93	0.79	0.51	0.09	-0.16
Ploče	1	0.6	-0.12	0.25	0.55	0.57	0.72	1.34	0.91	0.75	0.32	-0.37
Komiža	0.29	-0.2	-0.03	0.08	0.04	-0.11	-0.99	-0.05	-0.2	-0.22	-0.43	-0.75
Lastovo	-0.09	-0.57	-0.42	-0.06	0.11	0.95	0.6	1.38	1.58	1.25	0.36	-0.8
Dubrovnik	-0.31	-0.51	-0.81	-0.45	-0.01	-0.08	-0.24	0.56	0.26	-0.22	-0.88	-1.53

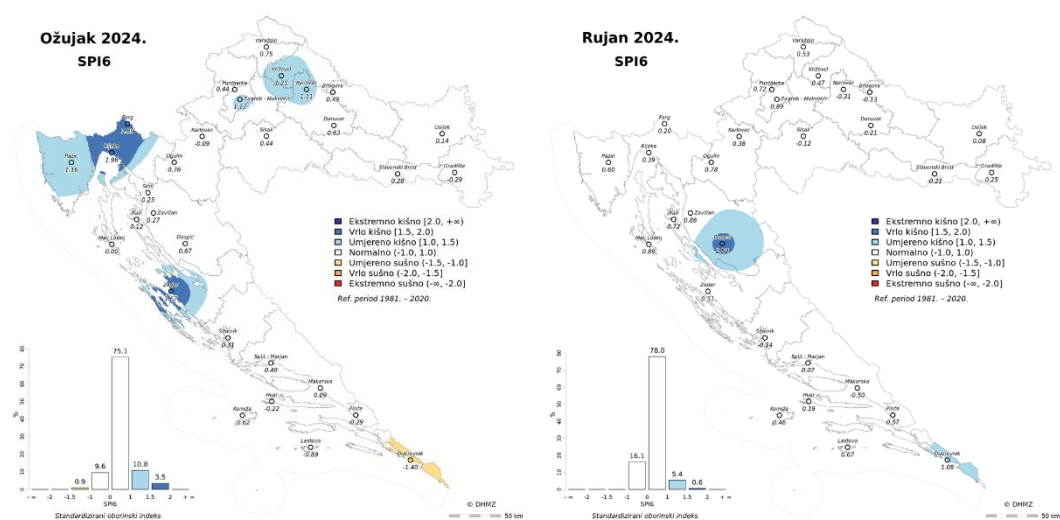
2026-02-17 14:14 © DHMZ

Slika 4.2-6 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 tijekom 2023. godine u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

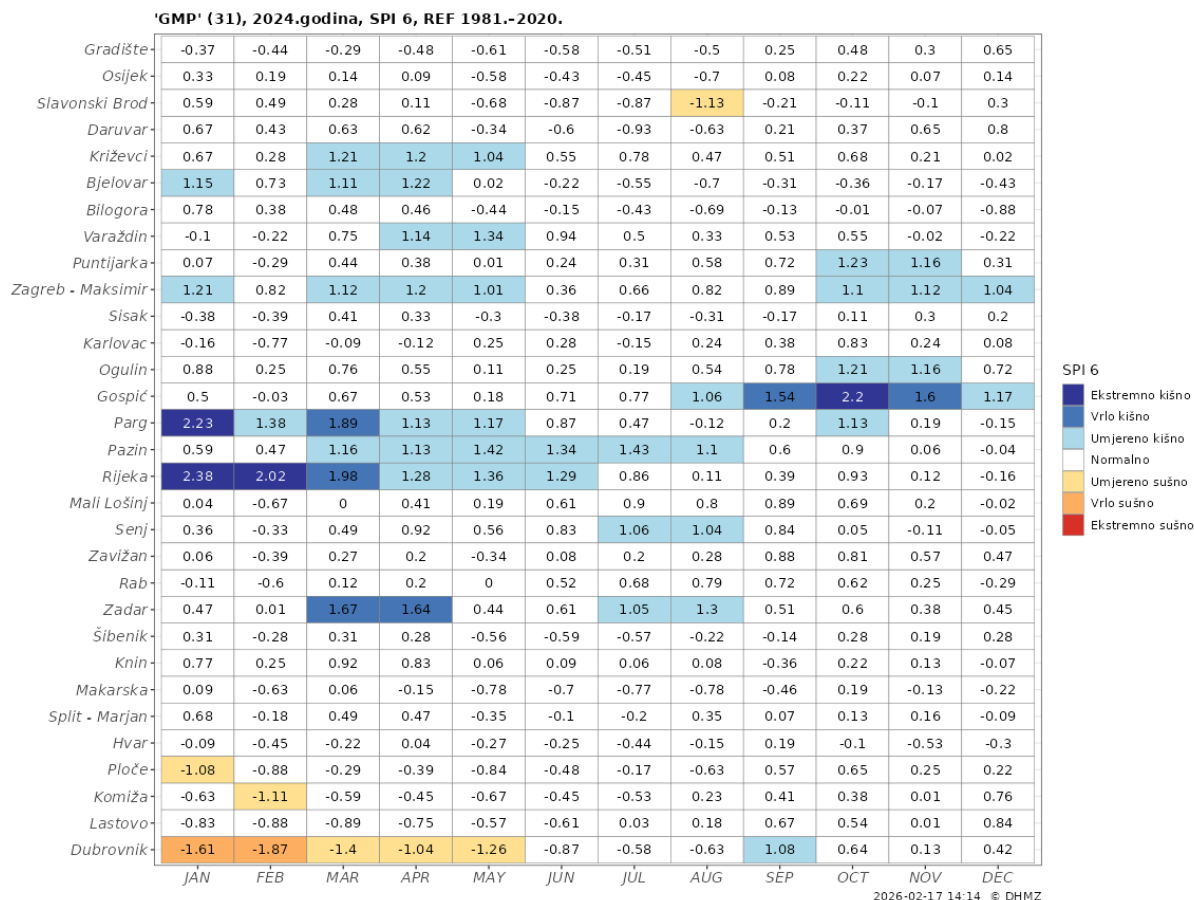
4.2.4. SPI6 u 2024. godini

Prema SPI6 za ožujak 2024, prethodno šestomjesečno razdoblje bilo je normalno u gotovo cijeloj Hrvatskoj, s izuzetkom centralnog dijela središnje Hrvatske i Istre gdje je bilo kišno, te Rijeke i zaleđa te zadarskog područja gdje je bilo vrlo kišno (slika 4.2-7 lijevo). Pored tog, krajnji jug Dalmacije bio je sušan. SPI6 za rujan bio je prevladavajuće u klasi normalno. Mjestimice kišno do vrlo kišno bilo je u Lici i na jugu Dalmacije (slika 4.2-7 desno).

Razvoj SPI6 tijekom svih mjeseci 2024. godine (slika 4.2-8) pokazuje da su tijekom cijele godine prevladavali normalni uvjeti na većini postaja. Izuzetak su postaje s kišnim uvjetima tijekom nekoliko mjeseci: Gospić, Parg, Pazin i Rijeka, te Dubrovnik sa sušnim.



Slika 4.2-7 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za ožujak (lijevo) i rujan (desno) 2024. godine u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.



Slika 4.2-8 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za 2024. godinu u odnosu na prosjeka razdoblja 1981. – 2020. tijekom 2001. – 2024.

4.3. Sušna razdoblja

Sušna razdoblja definirana su kao neprekidni nizovi dana s dnevnom količinom oborine manjom ili jednakom od 5 mm (CDD₅, „consecutive dry days“). Prosječna duljina maksimalnih nizova sušnih dana u razdoblju 1991. – 2020. naznačena je brojem kraj naziva meteorološke postaje. Uglavnom se kreće od 30 – 40 dana, a nizovi dulji od 50 dana pojavljuju se na srednjem i južnom Jadranu (Split, Hvar, Ploče, Komiža, Lastovo, Dubrovnik) (slika 4.3-1).

Odstupanja godišnjeg trajanja sušnih razdoblja od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. pokazuju da su im trajanja uglavnom bila blizu ili kraća od prosjeka tijekom 2021. – 2024., izuzev dugotrajnih sušnih razdoblja tijekom 2021. na Hvaru te u Komiži i Dubrovniku. Odstupanja u odnosu na prosjek bila su -26,1 – 64,9 dana tijekom 2021., -11,6 – 17,5 tijekom 2022., -26,8 – 4,2 tijekom 2023., -24,8 – 24,4 tijekom 2024.

time objašnjavaju razlike u ocjeni sušnosti/vlažnosti na temelju ta dva indeksa. Tijekom razdoblja 2021. – 2024. hiper-aridne zone javljale su se dominantno na dalmatinskim postajama tijekom ljetnih mjeseci. Osim na dalmatinskim postajama, hiper-aridne zone

Legend: Hiper-aridno (red), Aridno (orange), Semi-aridno (yellow), Suho sub-humidno (light green), Humidno (blue), Nema podataka (grey)

Stаница	2021 GODINA												ZIM PRO LJE JES GOD					2022 GODINA												ZIM PRO LJE JES GOD																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																				
Gradište	3.15	1.34	0.61	0.68	0.41	0.13	0.51	0.37	0.12	2.27	5.94	5.37	2.90	0.54	0.34	1.41	0.74	0.77	0.88	0.14	0.86	0.40	0.24	0.07	0.56	1.71	0.70	6.29	5.88	1.81	0.47	0.27	1.88	0.65	5.42	1.53	0.47	0.68	1.09	0.40	0.46	0.27	0.32	0.42	4.35	2.93	3.30	0.80	0.38	0.89	0.76	2.67	0.45	0.35	0.14	0.80	0.50	0.40	0.16	1.37	0.99	4.45	9.21	1.49	0.46	0.35	1.56	0.68
Dubrovnik	5.00	1.94	0.65	0.79	0.32	0.03	0.01	0.71	0.00	1.67	2.53	2.98	4.13	0.56	0.24	1.12	0.88	0.40	1.16	0.76	0.93	0.10	0.15	0.02	0.08	1.10	0.44	2.16	4.97	1.40	0.54	0.08	1.15	0.59	2.46	0.43	1.04	0.50	0.99	0.38	0.15	0.47	0.20	0.33	1.73	1.28	2.19	0.85	0.33	0.56	0.63	0.95	1.41	1.27	0.46	0.28	0.21	0.17	0.20	2.72	0.23	0.47	2.91	1.21	0.58	1.19	1.41	0.74

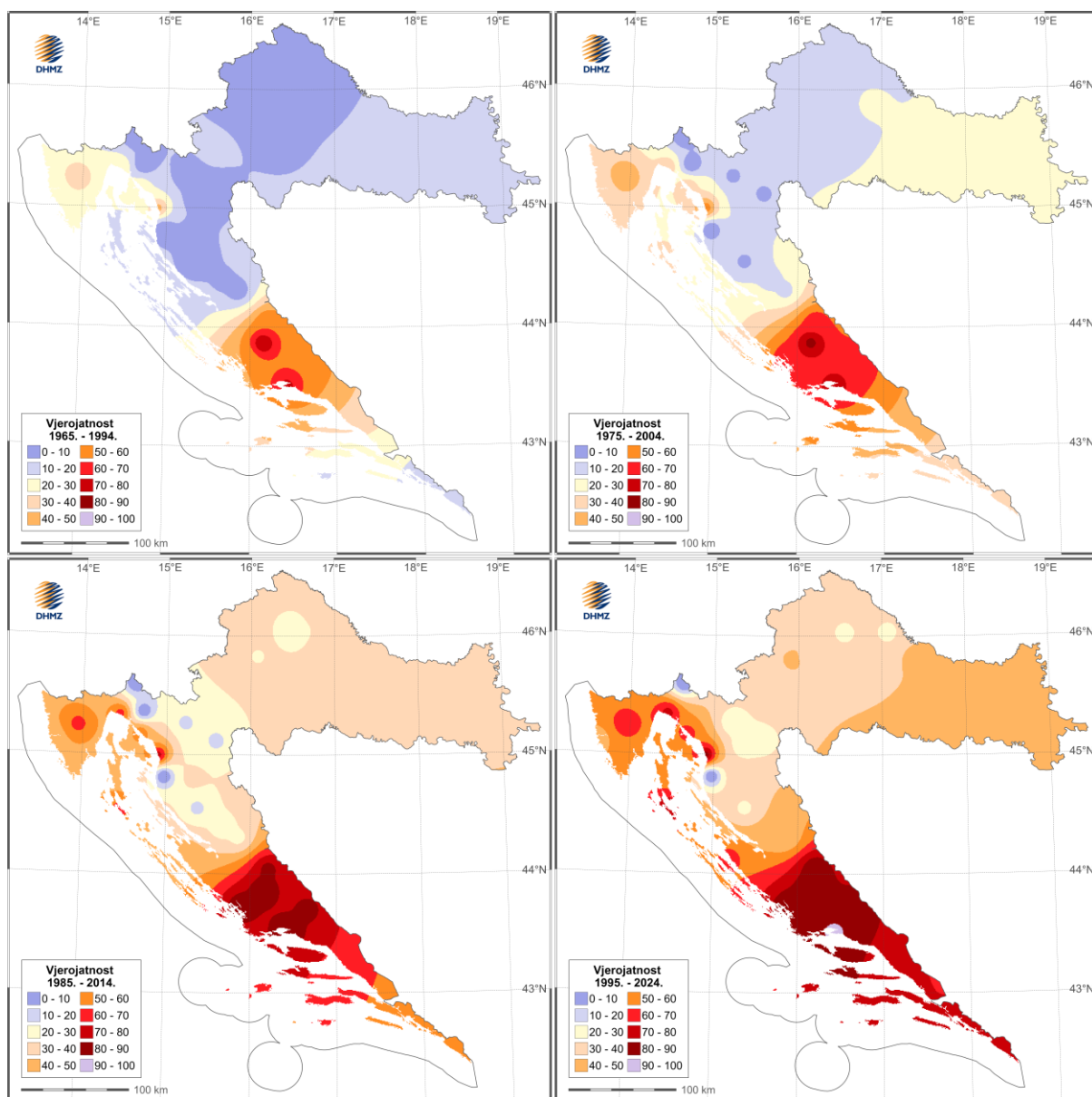
Slika 4.6-1 Ocjena sušnosti mjeseca (1-12), sezone (ZIM, PRO, LJE i JES) te godine (GOD) prema indeksu aridnosti u razdoblju 2021. – 2024.

pojavile su se i na nekim postajama u sjevernom dijelu Jadrana te unutrašnjosti zemlje (slika 4.6-1). U 2021. godini to se dogodilo na postajama Križevci, Karlovac, Rijeka, Mali Lošinj i Senj, u 2022. godini na postajama Mali Lošinj i Senj, a u 2024. godini na postaji Osijek. Najviše semi-aridnih, aridnih i hiper-aridnih zona zabilježeno je na postajama u 2022. godini čime je navedena godina i na temelju vrijednosti AI potvrđena kao najsušnija u razdoblju 2021. – 2024.

5. Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu

5.1. Vjerojatnost ugroženosti poljoprivredne proizvodnje toplinskim stresom

Suša i toplinski stres nepovoljno djeluju na rast i prinos usjeva te uzrokuju znatne gospodarske gubitke u poljoprivredi Republike Hrvatske. Povišene temperature zraka mogu usporiti razvoj biljaka, izazvati promjene u boji plodova i listova, dovesti do oštećenja i pojave opeklina na lišću te ubrzati njegovo starenje (Fahad i sur., 2017). Apsolutne maksimalne temperature zraka iznad 35 °C zabilježene su u gotovo svim dijelovima Hrvatske, osim u višim



Slika 5.1-1 Vjerojatnost ugroženosti [%] od 10 i više uzastopnih dana s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka ≥ 30 °C u razdobljima 1965. – 1994., 1975. – 2004., 1985. – 2014. i 1995. – 2024.

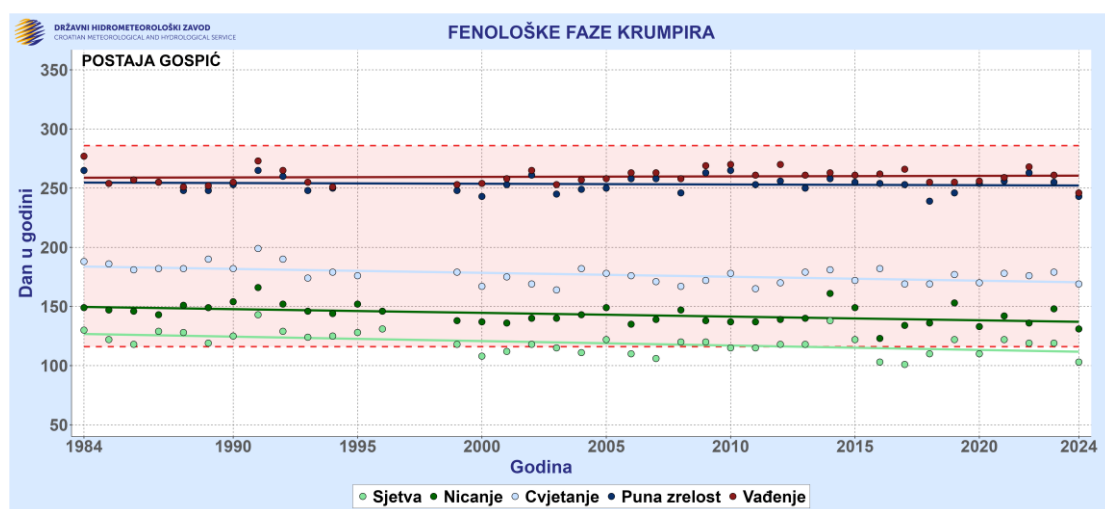
nadmorskim visinama. Međutim, razdoblja s najvišim dnevnim temperaturama iznad 35 °C uglavnom traju nekoliko dana. Toplinski stres definira se kao razdoblje od najmanje deset

uzastopnih dana tijekom kojih je maksimalna dnevna temperatura zraka jednaka ili viša od 30 °C. Smatra se da je poljoprivredna proizvodnja ugrožena toplinskim stresom ako je taj kriterij ostvaren s vjerojatnošću većom od 20 %, odnosno ako se pojavljuje barem jednom u šest godina unutar razdoblja od 30 promatranih godina. Iz usporedbe četiriju razdoblja, 1965. – 1994., 1975. – 2004., 1985. – 2014. i 1995. – 2024. vidljivo je postepeno povećanje ugroženosti toplinskim stresom na teritoriju Republike Hrvatske (slika 5.1-1). U razdoblju 1965. – 1994. područje najugroženije toplinskim stresom bila je središnja Dalmacija, a u sljedećim razdobljima ta ugroženost u središnjoj Dalmaciji postala je još izraženija. Također, porast ugroženosti od toplinskog stresa evidentan je u sjevernom dijelu Jadrana te unutrašnjosti zemlje, a kriterij toplinskog stresa prema kojem je poljoprivredna proizvodnja ugrožena zadovoljen je u gotovo cijeloj Republici Hrvatskoj u novijim razdobljima 1985. – 2014. i 1995. – 2024. izuzev gorskih predjela na najvišim nadmorskim visinama. Nastavkom trenda rasta temperature zraka očekuje se i nastavak povećanja ugroženosti toplinskim stresom u budućnosti.

5.2. Promjene u nastupu fenoloških faza

U svrhu praćenja promjena u početku nastupa pojedinih fenoloških (razvojnih) faza, za potrebe analize korišteni su fenološki podaci za vinovu lozu – graševinu (Daruvar), krumpir Desiree (Gospić) te šljivu Bisticu (Daruvar). Odabrane kulture predstavljaju značajne poljoprivredne vrste u promatranim područjima te su pogodne za analizu klimatski uvjetovanih promjena u fenologiji. Napominjemo da berba, kao i npr. vađenje krumpira, ne spadaju u fenološke faze nego predstavljaju agrotehničke zahvate koje provodi čovjek i prate se zajedno s fenološkim fazama. Međutim, s obzirom na to da se vremenski podudaraju s fazom fiziološke zrelosti plodova, mogu poslužiti kao indikator zrelosti te su prikazani na grafovima zajedno s ostalim fenološkim fazama radi cjelovitijeg prikaza dinamike razvoja.

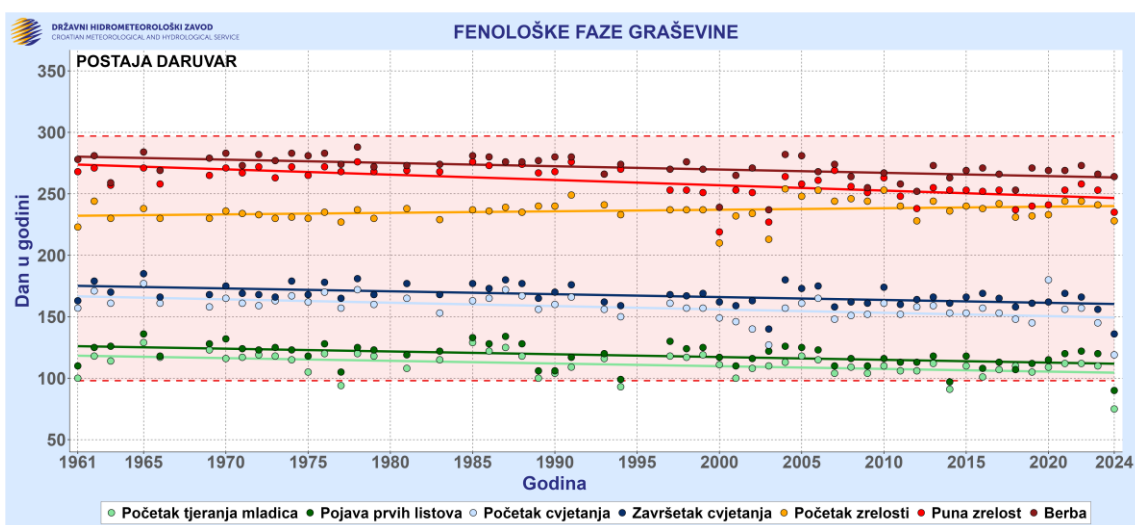
Uslijed uočenog trenda porasta temperature tla, optimalni temperaturni uvjeti za sjetvu krumpira ostvaruju se sve ranije u godini. Navedeno potvrđuje i Slika 5.2-1, na kojoj je vidljiv pomak termina sjetve prema ranijim datumima. Sjetva, kao i berba također predstavlja



Slika 5.2-1 Početak fenoloških faza krumpira (Desiree) na postaji Gospić u razdoblju 1984. – 2024.. Crvenom bojom osjenčano je prosječno trajanje razdoblja bez rizika od mraza izračunato na temelju mjerenja s GMP Gospić.

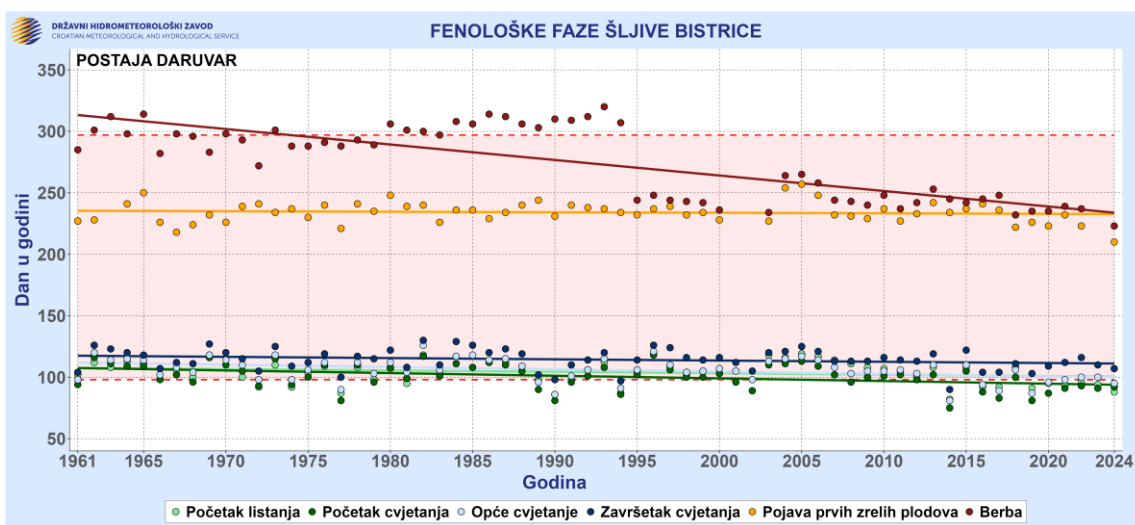
agrotehnički zahvat koje provodi čovjek. Analiza fenoloških faza krumpira - nicanja, cvatnje i pune zrelosti, ukazuje na trend njihova ranijeg nastupa tijekom godine. Ovakav pomak fenoloških faza u skladu je s porastom temperature zraka i tla što upućuje na značajan utjecaj klimatskih promjena na dinamiku rasta i razvoja poljoprivrednih kultura.

Analiza fenoloških podataka vinove loze (sorta Graševina) s postaje Daruvar također je ukazala na trend njihovog ranijeg nastupa tijekom godine (Slika 5.2-2). Također se može uočiti da su u ekstremno toploj 2024. godini fenološke faze početak tjeranja mladica, pojava prvih listova, početak i završetak cvjetanja nastupile najranije od 1961. godine u Daruvaru. Nadalje, sa slike 5.2-2 jasno se može vidjeti da se duljina trajanja zrenja grožđa, izračunata kao razlika između dvije fenološke faze – pune zrelosti i početka zrelosti, znatno smanjila.



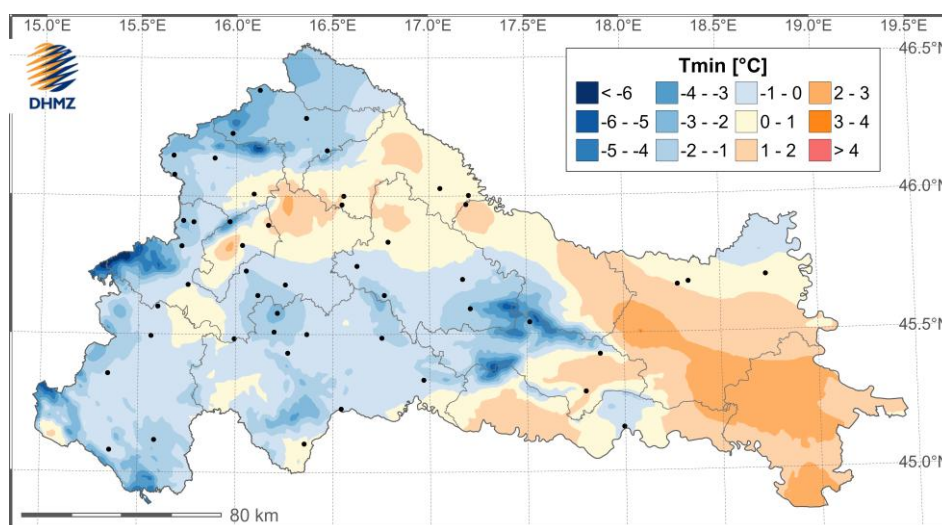
Slika 5.2-2 Početak fenoloških faza vinove loze (Graševina) na postaji Daruvar u razdoblju 1961. – 2024.. Crvenom bojom osjenčano je prosječno trajanje razdoblja bez rizika od mraza izračunato na temelju mjerenja s GMP Daruvar.

Analiza je ukazala da i fenološke faze šljive Bistrice – početak listanja, početak cvjetanja, te opće cvjetanje počinju sve ranije tijekom godine u Daruvaru (slika 5.2-3). Sve raniji početak



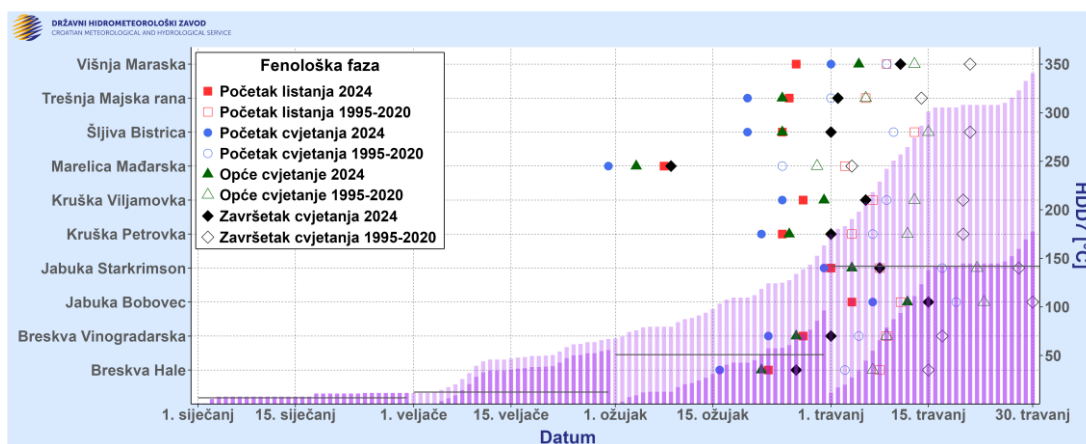
Slika 5.2-3 Početak fenoloških faza šljive Bistrice na postaji Daruvar u razdoblju 1961. – 2024.. Crvenom bojom osjenčano je prosječno trajanje razdoblja bez rizika od mraza izračunato na temelju mjerenja s GMP Daruvar.

navedenih faza povećava vjerojatnost koincidencije s mrazom što je opasno jer su voćke vrlo osjetljive u ranim razvojnim fazama. Pupovi, cvjetovi i mladi listovi su iznimno osjetljivi, a uslijed hladnoće dolazi do njihovih oštećenja ili odumiranja, ovisno o intenzitetu te trajanju hladnog razdoblja što za posljedicu može imati slabiju kvalitetu te umanjeni ili potpuno uništeni urod. Ovdje se kao primjer može navesti epizoda mraza iz travnja 2024. godine nastala uslijed prodora hladnog zraka sa sjevera. U razdoblju od 18. do 22. travnja, osim na višim nadmorskim visinama, minimalna temperatura zraka se spuštala ispod 0 °C mjestimice i u nizinama 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 (slika 5.2-4), a mraz je osmotren na većini analiziranih meteoroloških i kišomjernih postaja (crni krugovi na karti).



Slika 5.2-4 Prostorna razdioba minimalne temperature zraka 22.4.2024 na području nizinske Hrvatske.; Crnim točkama označene su meteorološke i kišomjerne postaje na kojima je osmotren mraz.

Početak 2024. godini je bio znatno topliji od prosjeka što pokazuju i kumulativne temperaturne sume iznad 7 °C (HDD7) s glavne meteorološke postaje Varaždin. Ukupne HDD7 na GMP Varaždin za veljaču bile su veće i od višegodišnjeg (1991. – 2020.) prosjeka za ožujak (Slika 5.2-5). Cvjetanje i listanje voćaka, koje u Štrigovi u prosjeku (1995. – 2020.) uglavnom počinju



Slika 5.2-5 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 1. siječanj – 30. travanj 2025., a tamnijom temperaturne sume po mjesecima)



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 (Slika 5.2-5). Epizoda mraza iz travnja 2024. godine pojavila se kada su voćke najvjerojatnije bile u fazi zametanja i početnog razvoja plodova te je uzrokovala velike štete, a upravo je na području općine Štrigova proglašeno stanje prirodne nepogode (DHMZ, Prikazi br. 36).

6. Učestalost ekstrema

DHMZ pri procjeni utjecaja izuzetnih vremenskih prilika koristi meteorološke podatke i verificirane medijske izvore, sažete u godišnjoj publikaciji Prikazi. Za pojedine događaje izrađuje se i detaljna analiza, u istoj publikaciji. U nastavku su prikazani najznačajniji događaji razdoblja 2021. – 2024., uz navođenje najpogođenijih područja.

Godinu 2021. obilježile su nepogode s izraženim prostornim utjecajem (DHMZ, Prikazi br. 33):

- **Ekstremna hladnoća početkom travnja**
Zahvaćena su bila velika područja kontinentalne Hrvatske, osobito voćarske regije, gdje su minimalne temperature padale ispod -13 °C te uzrokovale gotovo potpuni gubitak uroda.
- **Grmljavinsko nevrijeme u široj okolini grada Požege 25. lipnja 2021.** (DHMZ, Prikazi br. 33, pog. 5.1)
Tuča promjera do 5 cm zahvatila je šire požeško područje i uzrokovala veliku materijalnu štetu.
- **Poplava u Slavoniji u srpnju 2021. godine** (DHMZ, Prikazi br. 33, pog. 5.2)
Najpogođenija su bila područja Slavonije i Baranje, posebno Vukovarsko-srijemska županija, Našice, Županja i Bošnjaci. Poplave su izazvale značajna oštećenja infrastrukture, stambenih objekata te poljoprivrednih površina, a u Županji je zabilježena rekordna dnevna oborina. Slična situacija bila je i u drugim dijelovima Europe 17. srpnja, posebice u Njemačkoj, Austriji, Belgiji i Luksemburgu gdje se također događaju katastrofalne bujične poplave.
- **Nevrijeme s olujnim vjetrom u središnjoj Hrvatskoj i Istri 1. kolovoza 2021.** (DHMZ, Prikazi br. 33, pog. 5.3)
Pogođene su Banovina, Moslavina, Kutina, Petrinja te više lokacija u Istri, uključujući područje Žužića gdje je zabilježena i pijavica. Olujni vjetar rušio je stabla, oštećivao krovove i plastenike i uzrokovao prekide opskrbe električnom energijom; zabilježena je i pijavica.

Godina 2022. istaknula se prostorno raširenim ekstremima (DHMZ, Prikazi br. 34):

- **Meteorološka i hidrološka ocjena suše 2022. godine** (DHMZ, Prikazi br. 34, pog. 5.2)
Obuhvatila je većinu Hrvatske, uz velike štete u poljoprivredi i vrlo niske vodostaje rijeka, jezera i podzemnih voda.



- **Olujno nevrijeme 25. svibnja – sjeverozapadna Hrvatska**
Najteže je pogođena općina Veliki Bukovec, jedno od središta domaće proizvodnje cvijeća; štete su zabilježene u cijeloj sjeverozapadnoj Hrvatskoj.
- **Snažno grmljavinsko nevrijeme 27. svibnja**
Zahvatilo je sjeverozapadnu i istočnu Hrvatsku te prouzročilo prekide prometa, poplavljenе prometne površine i oštećenja infrastrukture.
- **Nevrijeme s obilnom tučom u Hrvatskom Zagorju i karlovačkom području 2. lipnja (DHMZ, Prikazi br. 34, pog. 5.3)**
Velike štete na poljoprivrednim usjevima, vinogradima i voćnjacima, materijalne štete na građevinama i vozilima.
- **Toplinski valovi tijekom ljeta 2022. (DHMZ, Prikazi br. 34, pog. 5.4)**
Četiri toplinska vala zahvatila su Hrvatsku tijekom lipnja, srpnja (dva vala) i kolovoza.
- **Grmljavinsko nevrijeme u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji 15. rujna 2022. (DHMZ, Prikazi br. 34, pog. 5.5)**
U olujnom nevremenu s olujnim, a moguće i orkanskim vjetrom i kišom, od Čazme do Grubišnog Polja, oštećeni su brojni krovovi, vozila i šumski predjeli duž navedenog područja.
- **Rekordne oborine 16.–18. rujna**
Najpogođenija su područja Gorskog kotara i središnje Hrvatske, gdje su oborine prouzročile poplave, odrone i klizišta.
- **Bujična i urbana poplava u Rijeci 28. rujna 2022. (DHMZ, Prikazi br. 34, pog. 5.6)**
Poplavljeno je središte grada, oštećeni su brojni objekti i vozila te je zabilježen jedan smrtni slučaj.
- **Olujno jugo 22. studenoga**
Pogođeni su široki dijelovi obale Jadrana, s plavljenjem obalnih površina i značajnom infrastrukturnom štetom.

Ekstremi 2023. zahvatili su široka područja Hrvatske (DHMZ, Prikazi br. 35):

- **Zimska ciklona 25.–26. veljače**
Posebno pogođene bile su sjeverna Dalmacija i južna Lika, gdje su obilni snijeg i olujna bura uzrokovali prometni kolaps i prekide opskrbe električnom energijom.
- **Uzroci i analiza poplave na području Gračaca u svibnju 2023. (DHMZ, Prikazi br. 35, pog. 5.2)**
Teško su pogođeni Obrovac, Gračac, Karlovac, Duga Resa i Hrvatska Kostajnica. Usljed obilnih oborina i karakteristika podzemnog i površinskog točenja, rijeke Zrmanja, Mrežnica, Kupa i Una izlile su se iz korita. U Obrovcu i Gračacu poplave su bile povijesno najizraženije.
- **Olujno nevrijeme u kontinentalnoj Hrvatskoj 19. srpnja 2023 (DHMZ, Prikazi br. 35, pog. 5.3)**



Zahvatilo je središnju i istočnu Hrvatsku. Olujni vjetar blizu orkanske snage prouzročio je veliku štetu, brojne ozljede i tri smrtna slučaja.

- **Nova oluja 21. srpnja**

Pogođeni su Istra, Kvarner, Lika, Karlovac, Zagreb i Slavonija, uz široko rasprostranjene štete.

- **Velike vode Mure, Drave i gornje Save tijekom kolovoza 2023.** (DHMZ, Prikazi br. 35, pog. 5.4)

Poplavama su pogođena područja uz tok ovih rijeka, uz dosezanje ekstremno visokih vodostaja. Katastrofalnim poplavama su bile pogođene Austrija i Slovenija koju je zahvatila najtragičnija poplava u povijesti, zahvativši 85 % stanovništva uz 500 miliona EUR štete.

- **Toplinski valovi tijekom ljeta 2023.** (DHMZ, Prikazi br. 35, pog. 5.5)

Od tri toplinska vala tijekom ljeta, dugotrajni su bili oni u srpnju i kolovozu, koji su s različitim intenzitetom i trajanjem zahvatili cijelu zemlju.

- **Rekordno visoke morske plime (listopad–studeni)**

Najpogođeniji je bio sjeverni Jadran, s više uzastopnih poplava u kratkom razdoblju, uključujući vrlo visoke vodostaje u Bakru.

Godina 2024. donijela je više oborinskih i toplinskih ekstrema (DHMZ, Prikazi br. 36):

- **Rekordne oborine 24.–26. veljače – dolina Neretve**

Najpogođeniji su gradovi Metković i Opuzen, s poplavama i značajnim štetama na infrastrukturi i poljoprivrednim kulturama.

- **Oborinske prilike u ožujku** (DHMZ, Prikazi br. 36, pog. 5.2)

U ožujku 2024. prevladavale su kišne do vrlo kišne prilike. Zbog obilne kiše 11. i 12. ožujka premašeni su i rekordi na pojedinim postajama. Ekstremne količine oborina dovele su do poplave gotovo cijelog grada Zadra i ozbiljnih poremećaja u prometu.

- **Nagla promjena vremena uz olujni vjetar 16. travnja 2024.: snijeg u Zagorju, ljetu u Šibeniku .** (DHMZ, Prikazi br. 36, pog. 5.3)

Nagli pad temperatura zraka, i do dvadesetak °C tijekom 24 sata, uz jak vjetar, ponedje i snijeg.

- **Mraz u središnjoj i istočnoj Hrvatskoj u travnju 2024.** (DHMZ, Prikazi br. 36, pog. 5.4)

Nakon izrazito toplog početka godine koji je izazvao i početak vegetacijskog razdoblja, mraz u središnjoj i istočnoj Hrvatskoj izazvao je štete, posebno u voćnjacima.

- **3. lipnja – Rasinja te područje Tovarnik–Ilok–Županja**

Obilne oborine i tuča prouzročile su poplave i štete na poljoprivrednim površinama i imovini.

- **Oluja s tučom 13. srpnja. 2024. na sjeverozapadu Hrvatske** (DHMZ, Prikazi br. 36, pog. 5.5)



Olujno nevrijeme zahvatilo je veći dio kontinentalnog područja, uz velike štete na objektima, usjevima i infrastrukturi.

- **Analiza toplinskih valova koji mogu djelovati na zdravlje tijekom ljeta 2024.** (DHMZ, Prikazi br. 36, pog. 5.6)
Šest toplinskih valova tijekom ljeta zahvatili su cijelu Hrvatsku, s izraženim utjecajem na zdravlje stanovništva, poljoprivredu i infrastrukturu.
- **9.–10. rujna – Dubrovnik**
Gotovo sve gradske ulice bile su poplavljene, a na Jadranskoj magistrali zabilježeni su odroni.
- **5.–6. listopada – Podgora**
U kratkom vremenu pala je rekordna količina oborine, uzrokujući poplave i prekid opskrbe električnom energijom.
- **Dunav u Batini više od mjesec dana u mjerama obrane od poplava (17. rujna 2024. – 22. listopada 2024.)** (DHMZ, Prikazi br. 36, pog. 5.7)
Rujan 2024. obilježio je prolazak ciklone Boris, koja je sredinom mjeseca donijela iznadprosječnu i vrlo intenzivnu oborinu u srednjoj i dijelu istočne Europe, uzrokujući poplave, veliku materijalnu štetu i 27 smrtnih slučajeva u više zemalja. Na postaji Batina vodostaji Dunava bili su u mjerama obrane od poplava više od 35 dana, no u Hrvatskoj nije došlo do značajnijih problema zahvaljujući učinkovitom sustavu obrane od poplava, Drava nije bila velika i retenciji Kopačkog rita. Pravovremene hidroprognoze DHMZ-a omogućile su odgovornim službama adekvatnu organizaciju.



7. Literatura

DHMZ, Prikazi br. 33 za 2021.

DHMZ, Prikazi br. 34 za 2022.

DHMZ, Prikazi br. 35 za 2023.

DHMZ, Prikazi br. 36 za 2024.

Fahad S., Bajwa A. A., Nazir U., Anjum S. A., Farooq A., Zohaib A., Sadia S., Nasim W., Adkins S., Saud S., Ihsan M. Z., Alharby H., Wu C., Wang D. and Huang J. (2017) Crop Production under Drought and Heat Stress: Plant Responses and Management Options. *Front. Plant Sci.* 8:1147. doi: 10.3389/fpls.2017.01147

Hayes, M., M. Svoboda, N. Wall & M. Widhalm (2011): The Lincoln Declaration on Drought Indices: Universal Meteorological Drought Index Recommended. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92(4): 485–488.

Lalić B, Eitzinger J, Dalla Marta A, Orlandini S, Firanj Spremac A, Pacher B (2018) *Agricultural Meteorology and Climatology*. Firenze University Press, Firenze, 353 p.

McKee, T.B., N.J. Doesken & J. Kleist (1993): The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, 17–22 January 1993, Anaheim, CA. Boston, MA, American Meteorological Society.

WMO-No. 1090 (2012): *Standardized Precipitation Index User Guide*, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.

8. Prilozi

8.1. Popis slika

Slika 2.1-1 Odstupanja srednje godišnje temperature zraka [°C] od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom 2001. – 2024. Prosječna godišnja temperatura zraka u razdoblju 1991. – 2020. naznačena je brojem kraj naziva meteorološke postaje.

Slika 2.1-2 Odstupanja srednje godišnje temperature zraka [°C] za 2021. i 2022. od prosjeka razdoblja 1981. – 2010., te odstupanja srednje godišnje temperature zraka [°C] za 2023. i 2023. od prosjeka razdoblja 1991. – 2020.

Slika 2.2.-1 Odstupanja godišnjeg broja vrućih dana od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom 2001. – 2024. Prosječni broj vrućih dana u razdoblju 1991. – 2020. naznačen je brojem kraj naziva meteorološke postaje.

Slika 2.3-1 Odstupanja godišnjeg broja hladnih dana od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom 2001. – 2024. Prosječni broj hladnih dana u razdoblju 1991. – 2020. naznačen je brojem kraj naziva meteorološke postaje.

Slika 2.4-1 Odstupanja godišnjeg broja dana s toplim noćima od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom 2001. – 2024. Prosječni broj dana s toplim noćima u razdoblju 1991. – 2020. naznačen je brojem kraj naziva meteorološke postaje.

Slika 3.1-1 Mjesečna (1-12), sezonska (ZIM, PRO, LJE i JES) i godišnja (GOD) odstupanja srednje godišnje temperature tla na 10 cm dubine [°C] od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom razdoblja 2021. – 2024.

Slika 3.2-1 Trend srednje godišnje temperature tla na 10 cm dubine u razdoblju 1981. – 2024. Točkasta područja ukazuju na statistički signifikantan trend ($p \leq 0.05$).

Slika 3.2-2 Odstupanja srednje godišnje temperature tla na 10 cm dubine na području Republike Hrvatske u razdoblju 1981. – 2024.



Slika 4.1-1 Odstupanja godišnje količine oborine od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom 2001. – 2024. Prosječna godišnja količina oborine u razdoblju 1991. – 2020. naznačena je brojem kraj naziva meteorološke postaje.

Slika 4.1-2 Odstupanja godišnje količine oborine [%] za 2021. i 2022. od prosjeka razdoblja 1981. – 2010. (gornji redak), te odstupanja godišnje količine oborine [%] za 2023. i 2024. od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. (donji redak).

Slika 4.2-1 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za ožujak (lijevo) i rujan 2021. godine (desno) u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

Slika 4.2-2 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 tijekom 2021. godine u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

Slika 4.2-3 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za ožujak (lijevo) i rujan 2022. godine (desno) u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

Slika 4.2-4 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za 2022. godinu u odnosu na prosjeka razdoblja 1981. – 2020. tijekom 2001. – 2024.

Slika 4.2-5 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za ožujak (lijevo) i rujan 2023. godine (desno) u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

Slika 4.2-6 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 tijekom 2023. godine u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

Slika 4.2-7 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za ožujak (lijevo) i rujan 2024. godine (desno) u odnosu na prosjek razdoblja 1981. – 2020.

Slika 4.2-8 Standardizirani oborinski indeks, SPI6 za 2024. godinu u odnosu na prosjeka razdoblja 1981. – 2020. tijekom 2001. – 2024.

Slika 4.3-1 Odstupanja maksimalne duljine sušnih razdoblja od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom 2001. – 2024. Prosječna sušna razdoblja u razdoblju 1991. – 2020. naznačena su brojem kraj naziva meteorološke postaje.

Slika 4.4-1 Odstupanja maksimalne duljine kišnih razdoblja od prosjeka razdoblja 1991. – 2020. tijekom 2001. – 2024. Prosječna kišna razdoblja u razdoblju 1991. – 2020. naznačena su brojem kraj naziva meteorološke postaje.

Slika 4.5-1 Ocjena sušnosti/vlažnosti mjeseca (1-12), sezone (ZIM, PRO, LJE i JES) te godine (GOD) prema Palmerovom indeksu u razdoblju 2021. – 2024..

Slika 4.6-1 Ocjena sušnosti mjeseca (1-12), sezone (ZIM, PRO, LJE i JES) te godine (GOD) prema indeksu aridnosti u razdoblju 2021. – 2024..

Slika 5.1-1 Vjerojatnost ugroženosti od 10 i više uzastopnih dana s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka ≥ 30 °C u razdobljima 1965. – 1994., 1975. – 2004., 1985. – 2014. i 1995. – 2024.

Slika 5.2-1 Početak fenoloških faza krumpira (Desiree) na postaji Gospić u razdoblju 1984. – 2024.. Crvenom bojom osjenčano je prosječno trajanje razdoblja bez rizika od mraza izračunato na temelju mjerenja s GMP Gospić.

Slika 5.2-2 Početak fenoloških faza vinove loze (Graševina) na postaji Daruvar u razdoblju 1961. – 2024.. Crvenom bojom osjenčano je prosječno trajanje razdoblja bez rizika od mraza izračunato na temelju mjerenja s GMP Daruvar.

Slika 5.2-3 Početak fenoloških faza šljive Bistrice na postaji Daruvar u razdoblju 1961. – 2024.. Crvenom bojom osjenčano je prosječno trajanje razdoblja bez rizika od mraza izračunato na temelju mjerenja s GMP Daruvar.

Slika 5.2-4 Prostorna razdioba minimalne temperature zraka 22.4.2024 na području nizinske Hrvatske.; Crnim točkama označene su meteorološke i kišomjerne postaje na kojima je osmotren mraz

Slika 5.2-5 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 1. siječanj – 30. travanj 2025., a tamnijom temperaturne sume po mjesecima)