

RAZPRAVE

SPREMEMBE DOLŽINE VEGETACIJSKE DOBE IN VSOTE BIOTEMPERATUR MED OBDOBJEMA 1961–1990 IN 1991–2020 PO PODNEBNIH TIPIH SLOVENIJE

AVTORICI

Adrijana Perkon

Univerza na Primorskem, Fakulteta za humanistične študije, Titov trg 5, SI – 6000 Koper
adrijana.perkon@fhs.upr.si

dr. Valentina Brečko Grubar

Univerza na Primorskem, Fakulteta za humanistične študije, Titov trg 5, SI – 6000 Koper
valentina.brecko.grubar@fhs.upr.si, <https://orcid.org/0000-0002-3932-3320>

DOI: <https://doi.org/10.3986/GV97101>

UDK: 581.14+551.524:551.585(497.4)"1961/2020"

COBISS: 1.01

IZVLEČEK

Spremembe dolžine vegetacijske dobe in vsote biotemperatur med obdobjema 1961–1990 in 1991–2020 po podnebnih tipih Slovenije

Povprečna temperatura zraka se je v zadnjem šestdesetletnem klimatološkem obdobju zvišala na celotnem območju Slovenije, kar nedvomno vpliva tudi na podaljšanje vegetacijske dobe. V prispevku predstavljamo rezultate primerjave trajanja vegetacijske dobe in vsote biotemperatur med obdobjema 1961–1990 in 1991–2020 po podnebnih tipih Slovenije. Vegetacijska doba za temperaturni prag 5 °C se je v drugem obdobju v povprečju podaljšala za 17 dni, se začela 11 dni prej in zaključila 8 dni kasneje, za temperaturni prag 10 °C pa se je podaljšala za 13 dni ter se začela 8 dni prej in zaključila 6 dni kasneje. Največje spremembe so pri meteoroloških postajah znotraj zelo vlažnega podgorskega podnebja in podnebja nižjega gorskega sveta, najmanjše pa v zmerno celinskem podnebnju osrednje Slovenije. Vsota biotemperatur za temperaturni prag 5 °C se je v povprečju povečala za 14 % in za temperaturni prag 10 °C za 17 %, najbolj v gorskem podnebnju nižjega gorskega sveta in najmanj v obalnem zmernem sredozemskem podnebnju.

KLJUČNE BESEDE

podnebne spremembe, vegetacijska doba, podnebni tipi, temperaturna pragova 5 in 10 °C, vsota biotemperatur, Slovenija

ABSTRACT

Changes in the length of the growing season and the sum of active temperatures in Slovenia's climate types between the periods 1961–1990 and 1991–2020

The average air temperature has increased during the last sixty-year climatological period in the entire territory of Slovenia, which indicates a probable lengthening of the vegetation period. This article presents the results of a comparison of the duration of the growing season in the climatic subtypes of Slovenia for the period 1961–2020. In the period 1991–2020, the growing season extended by an average of 17 days for the temperature threshold of 5 °C compared to the period 1961–1990, starting on average 11 days earlier

and ending 8 days later. For the temperature threshold of 10 °C, it was extended by an average of 13 days, starting 8 days earlier and ending 6 days later. The greatest differences were observed at meteorological stations within the very humid and humid submontane climate and the mountain climate of the lower mountain regions, while the smallest differences were recorded at locations with a moderate continental climate of central Slovenia. The sum of biotemperatures (active temperatures) increased on average the most by 14% for the 5 °C threshold and by 17% for the 10 °C threshold, with the largest increases in the mountain climate of the lower mountain regions, and the smallest in the costal moderate Mediterranean climate.

KEY WORDS

climate change, growing season, climate types, temperature thresholds of 5 and 10 °C, sum of active temperatures, Slovenia

Uredništvo je prispevek prejelo 24. aprila 2025.

1 Uvod

Klimatološke in fenološke raziskave kažejo, da se je vegetacijska doba v zadnjih 30 letih prejšnjega stoletja na globalni ravni podaljšala za 10–20 dni, pri čemer je bolj izrazit zgodnejši začetek in manj podaljšanje v jesen. Daljša vegetacijska doba je povezana z globalnim segrevanjem, spremembe pa bodo imele dolgoročne posledice ne le za ekosisteme, rastlinske in živalske vrste, temveč lahko podaljševanje vodi do povečanj skladiščenja ogljika in sprememb v poraščenosti površja (Linderholm 2006). Rastline imajo različne potrebe po toploti in so za spremembe temperatur različno občutljive. Ene potrebujejo za začetek rasti višje temperature in v celotnem obdobju (vegetacijskem ciklu) več toplote, druge nižje temperature oziroma manj toplote. Količino toplote, ki jo rastlina potrebuje za zadovoljivo rast v vegetacijskem ciklu, imenujemo toplotna vsota ali vsota biotemperatur. Ta je za krompir 1400–2200 °C, za koruzo 2200–3500 °C in za figo nad 4000 °C (Lovrenčak 2003). Potrebno toplotno vsoto rastlina dobi v različnem številu dni, ki ga imenujemo dolžina rastne ali vegetacijske dobe. Pojem rastna doba v geografiji enačimo s pojmom vegetacijska doba in ga opredelimo kot »čas, ki je ugoden za rast, razvoj in razmnoževanje rastlin« (Geografski ... 2005, 329). Nekateri avtorji pa ločijo vegetacijsko od rastne dobe, pri čemer rastna doba pri kmetijskih rastlinah pomeni čas od setve do žetve in s tem povezano dozorevanje pridelkov, vegetacijska doba pa čas, ko je temperatura zraka nad mejo, potrebno za rast rastlin (Kajfež Bogataj 2005). V nadaljevanju uporabljamo pojem vegetacijska doba, katere začetek je določen s spomladanskim in zaključek z jesenskim temperaturnim pragom. Z določitvijo datumov temperaturnih pragov torej opredelimo dolžino obdobja, ko je srednja dnevna temperatura zraka nad izbrano vrednostjo. V klimatologiji se vegetacijska doba najpogosteje označuje kot obdobje s srednjo dnevno temperaturo zraka višjo od 5 °C (v nadaljevanju TP5), kar pa ne velja za lesnate vrste gozdnih sestojev, ki so toplotno zahtevnejše in pri katerih vegetacijsko dobo določa spomladanski in jesenski prag 10 °C (v nadaljevanju TP10) (Hočevar in Petkovšek 1995).

Slovenija leži v srednjih geografskih širinah, na stiku Sredozemlja, Alp, Panonske nižine ter Dinarškega gorstva, zato se prevladujoče značilnosti zmerno toplega in vlažnega podnebja prepletajo z značilnostmi sredozemskega, gorskega in celinskega. Lokalne in mikroklimatske značilnosti pa so v veliki meri pogojene z izoblikovanostjo površja, ki vpliva na pojavljanje temperaturne inverzije, izoblikovanost termalnega pasu, burjo, orografske padavine in višinske toplotne pasove, ki vplivajo na razporeditev in značilnosti rastlinstva (Ogrin 2003). Podnebna tipizacija Slovenije za obdobje 1991–2020 loči štiri osnovne tipe podnebij z devetimi podtipi, in sicer (Ogrin s sodelavci 2023): zmerno sredozemsko podnebje (obalno, zaledno), zmerno celinsko (severovzhodne, vzhodne in jugovzhodne, osrednje Slovenije), gorsko (višjega in nižjega gorskega sveta) ter podgorsko podnebje (zelo vlažno, vlažno).

Pregled temperaturnih razmer za izbrane meteorološke postaje v navedenih podnebnih podtipih v obdobju 1991–2020 (Ogrin 2023) je pokazal, da se je povprečna letna temperatura zraka v primerjavi z obdobjem 1961–1991 zvišala, največ v Godnjah pri Tomaju in v Črnomlju, za 1,6 °C. Največji odkloni so bili ugotovljeni za meteorološko poletje oziroma pri večini postaj za mesec avgust, ki se je v Godnjah segrel celo za 2,5 °C. Ker se vegetacijska doba v Sloveniji za TP5 začne v marcu in za TP10 v aprilu, so nas zanimali odkloni temperatur v teh mesecih oziroma spremembe za meteorološko pomlad. Podatki kažejo, da je glede na dvig temperatur po letnih časih pomlad povsod na drugem mestu, največji porast pa je zabeležen za Črnomelj (1,5 °C) in Godnje (1,4 °C). Pri obeh meteoroloških postajah se je bolj segrel marec (Črnomelj 1,7 °C, Godnje 1,6 °C), v aprilu pa je največji dvig na Lisci (2,3 °C), sledita Črnomelj (1,6 °C) in Vojsko (1,5 °C). Vegetacijska doba se večinoma zaključi v oktobru za TP10 in v novembru za TP5. Temperaturne spremembe kažejo, da je bil oktober za stopinjo ali več toplejši le v Črnomlju (1,2 °C), Godnjah (1,1 °C) in Celju (1,1 °C), november pa na meteoroloških postajah v vseh podnebnih tipih z izjemo Kredarice, ki ima podnebje višjega gorskega sveta (Ogrin 2023). Glede na to, da so se srednje mesečne temperature v marcu in aprilu bolj dvignile kot v oktobru in novembru, smo domnevali, da bo opaznejši premik spomladanskih kot jesenskih pragov, da bosta vegetacijski dobi za TP5 in TP10 daljši ter vsoti biotemperatur večji. Postavili smo si vprašanje, ali bodo te spremembe primerljive oziroma ali se bodo pokazale razlike med izbranimi meteorološkimi postajami znotraj podnebnih tipov in podtipov.

Dolžina vegetacijske dobe za TP5 je v Ljubljani v obdobju 1961–2023 precej nihala (slika 1). Od najdaljše leta 2014, ki je trajala kar 310 dni, do najkrajše leta 1985, ki je trajala le 210 dni in je bila kar 100 dni krajša. Krajše vegetacijske dobe so bile pogostejše v 80. letih prejšnjega stoletja, pogostost daljših pa je izrazitejša po letu 2000. V celotnem obdobju 1961–2024 je opazen trend naraščanja dolžine vegetacijske dobe (v povprečju 4 dni na 10 let). V zadnjih desetletjih je trend še izrazitejši, v obdobju 1961–1990 pa je bil celo rahlo negativen.

2 Metodologija

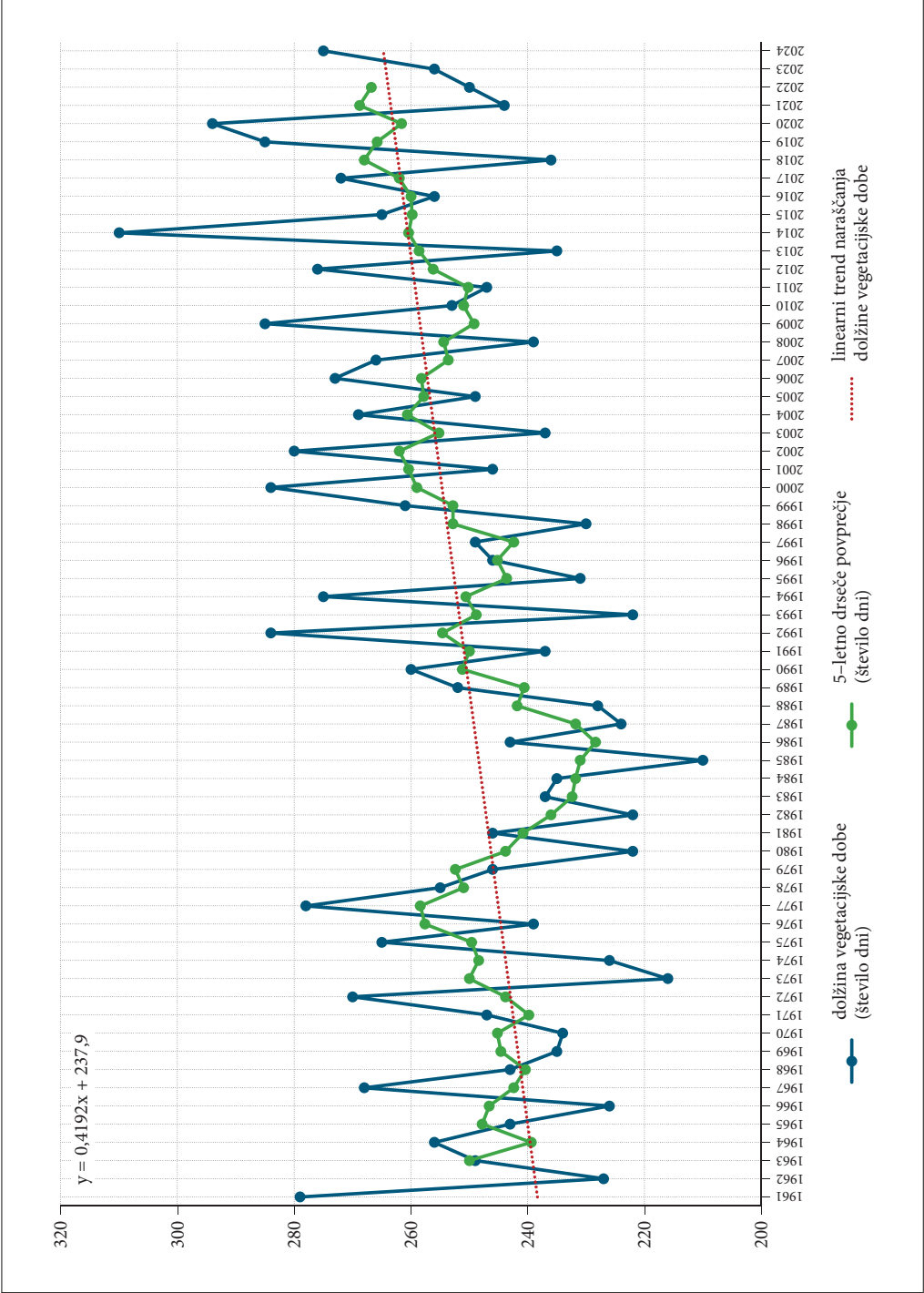
Dolžino vegetacijske dobe smo izračunali za TP5 in TP10 za 21 meteoroloških postaj (preglednica 1), ki smo jih izbrali glede na lego znotraj različnih podnebnih tipov (slika 2). Za vsakega od njih

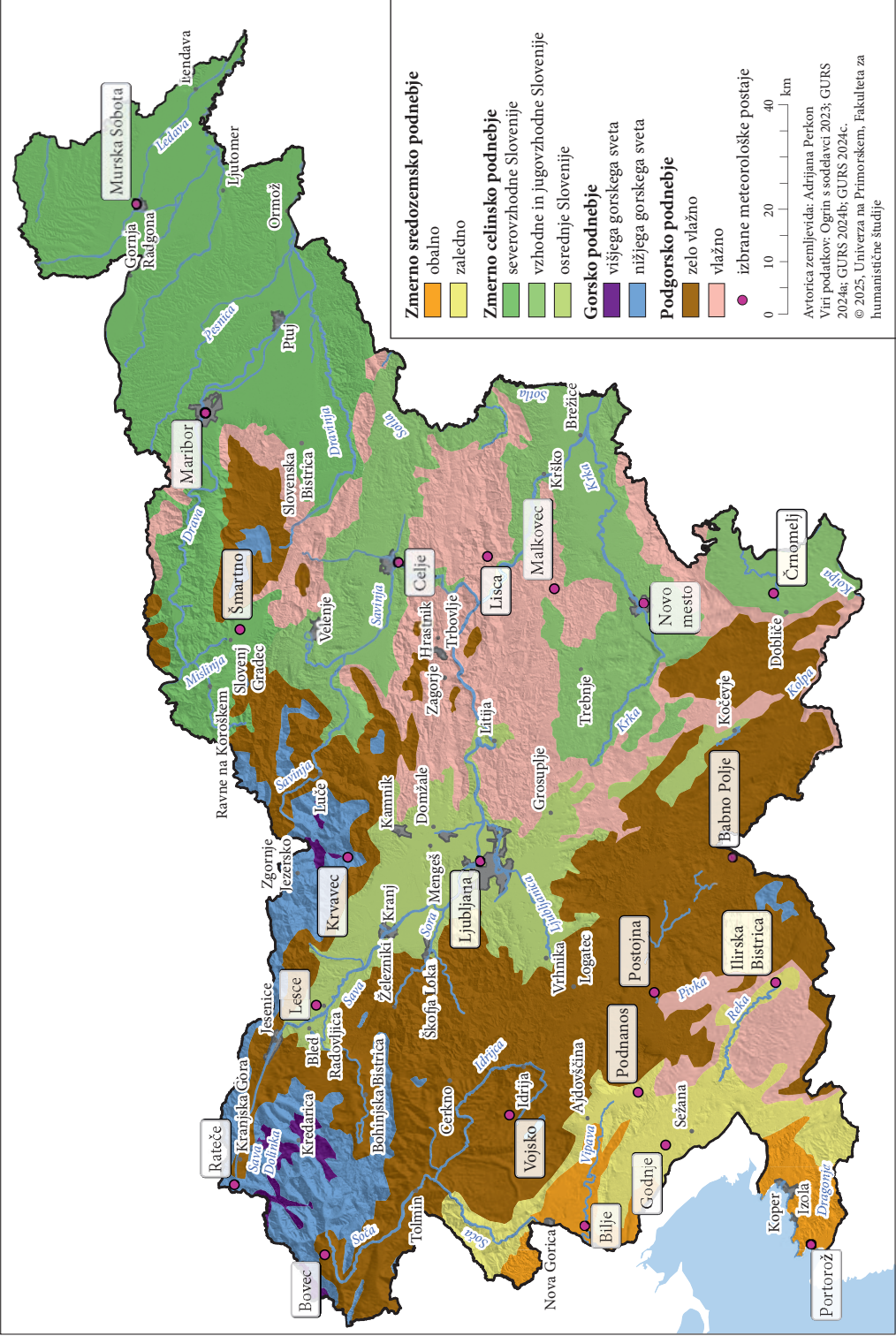
Preglednica 1: Izbrane meteorološke postaje po podnebnih podtipih.

podnebni tip (Ogrin s sodelavci 2023)	meteorološka postaja z nadmorsko višino (ARSO 2025)	krajše poimenovanje meteorološke postaje v prispevku
obalno zmerno	Letališče Portorož (2 m)	Portorož
sredozemsko podnebje	Bilje pri Novi Gorici (55 m)	Bilje
zaledno zmerno	Podnanos (153 m)	Podnanos
sredozemsko podnebje	Godnje pri Tomaju (320 m)	Godnje
	Koseze – Ilirska Bistrica (415 m)	Ilirska Bistrica
zmerno celinsko	Murska Sobota – Rakičan (187 m)	Murska Sobota
podnebje severovzhodne Slovenije	Maribor – Vrbanski plato (279 m)	Maribor
	Šmartno pri Slovenj Gradcu (444 m)	Šmartno
zmerno celinsko podnebje	Črnomelj – Dobličje (157 m)	Črnomelj
vzhodne in jugovzhodne Slovenije	Novo mesto (220 m)	Novo mesto
	Celje – Medlog (242 m)	Celje
zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije	Ljubljana Bežigrad (299 m)	Ljubljana
	Lesce (509 m)	Lesce
podnebje nižjega gorskega sveta	Rateče (864 m)	Rateče
	Krvavec (1742 m)	Krvavec
zelo vlažno podgorsko podnebje	Bovec (441 m)	Bovec
	Postojna (538 m)	Postojna
	Babno Polje (755 m)	Babno Polje
	Vojsko (1065 m)	Vojsko
vlažno podgorsko podnebje	Malkovec (397 m)	Malkovec
	Lisca (947 m)	Lisca

Slika 1: Dolžina vegetacijske dobe za TP5 za Ljubljano z linearnim trendom in 5-letnim drsečim povprečjem v obdobju 1961–2024 (vir podatkov: Žust in Vlahović 2025). ► str. 17

Slika 2: Prostorska razporeditev izbranih meteoroloških postaj (vir podnebne tipizacije: Ogrin s sodelavci 2023). ► str. 18





smo določili vsaj dve, za podnebne tipe z večjim obsegom ali nesklenjeno razširjenostjo pa tri in v enem primeru štiri meteorološke postaje. Z Agencije Republike Slovenije za okolje smo pridobili homogenizirane in interpolirane podatke o povprečnih dnevnihtemperaturah zraka (Vertačnik 2023; ARSO 2025) in izračunali povprečja za klimatološki obdobji 1961–1990 in 1991–2020. Upoštevali smo samo povprečne dnevne temperature nad 5 oziroma 10 °C, mejni vrednosti 5 °C oziroma 10 °C pa izpustili. Pri računanju dolžine vegetacijske dobe lahko uporabimo različne načine zajema vhodnih podatkov in posledično dobimo nekoliko različne dolžine. Če na primer izračunamo dolžino vegetacijske dobe za klimatološko obdobje iz povprečja dolžin vegetacijske dobe za posamezno leto (Žiberna 2021), ugotovimo, da je bila za Ljubljano vegetacijska doba za TP5 za 4 dni krajša kot pri izračunu dolžine vegetacijske dobe iz povprečnih dnevnihtemperatur zraka za obdobje (Žust in Vlahović 2025). Dolžino vegetacijske dobe smo izračunali iz povprečnih dnevnihtemperatur za obdobje in pri določanju temperaturnih pragov uporabili metodologijo projektne skupine *European Climate Assessment and Datasets* (Project ... 2013). Za začetek vegetacijske dobe spomladi smo določili datum, ko je temperaturni prag presežen vsaj šest dni zaporedoma oziroma je povprečna dnevna temperatura zraka šest dni višja od izbrane vrednosti. Enako tudi za zaključek vegetacijske dobe v jeseni, ko mora biti povprečna dnevna temperatura zraka vsaj šest dni zaporedoma nižja od izbrane vrednosti. Torej, spomladanski TP5 nastopi prvi dan, po katerem povprečna dnevna temperatura zraka najmanj šest zaporednih dni ni bila več nižja od 5 °C. Tako so izločene do šest dni trajajoče poznozimskie otoplitve (Žust in Vlahović 2025). Za vse meteorološke postaje smo za TP5 in TP10 za klimatološki obdobji 1961–1990 in 1991–2020 izračunali tudi vsoto biotemperatur, in sicer s seštevanjem povprečnih dnevnihtemperatur v vegetacijski dobi (Žiberna 2021). Poleg tega, da smo želeli ugotoviti spremembe temperaturnih pragov ter dolžine vegetacijske dobe in vsote biotemperatur med obema obdobjema za posamezne meteorološke postaje, nas je zanimalo, ali obstajajo razlike tudi v prostorskem pogledu. V ta namen smo primerjali relativne vrednosti sprememb dolžine vegetacijske dobe in vsote biotemperatur za izbrane meteorološke postaje po podnebnih tipih.

3 Spremembe dolžine vegetacijske dobe in vsote biotemperatur za izbrane meteorološke postaje med obdobjema 1961–1990 in 1991–2020

3.1 Spremembe dolžine vegetacijske dobe in vsote biotemperatur za temperaturni prag 5 °C

Spomladanski TP5 je v obdobju 1961–1990 za večino izbranihtmeteoroloških postaj nastopil marca, izjeme so bile: Portorož (22. 2.), Rateče (16. 4.), Babno Polje (19. 4.), Vojsko (18. 4.), Lisca (16. 4.) ter Krvavec (13. 5.). Jesenski TP5 je za 14 meteoroloških postaj nastopil novembra, za tri decembra: Portorož (9. 12.), Bilje in Podnanos (1. 12.), ter za štiri oktobra: Krvavec (14. 10.), Rateče in Babno Polje (20. 10.) ter Vojsko (25. 10.).

V obdobju 1991–2020 je spomladanski TP5 za tri meteorološke postaje nastopil že februarja: Portorož (7. 2.), Podnanos (22. 2.) in Bilje (28. 2.). Na Lisci (31. 3.) se je iz aprila premaknil v marec, sicer pa so datumi ostali znotraj mesecev predhodnega obdobja in so brez izjeme nastopili bolj zgodaj. Največ, kar 18 dni prej, se je vegetacijska doba začela v Novem mestu, sledijo Lisca (17 dni), Portorož (16 dni), Maribor in Godnje (14 dni). Več kot 10 dni prej v primerjavi z obdobjem 1961–1990 se je začela tudi v Ilirski Bistrici, Murski Soboti, Celju, Bovcu, Podnanosu in Postojni. Jesenski TP5 se je za štiri meteorološke postaje premaknil v naslednji mesec: Godnje (6. 12.), Rateče in Vojsko (5. 11.) ter Babno Polje (6. 11.), sicer pa je ostal znotraj istega meseca in brez izjeme nastopil kasneje. Za dva tedna ali več se je zamaknil v Portorož, Babnem Polju in Ratečah, v Šmartnem in na Vojskem za 12 dni, v Godnjah za 10 dni, drugod pa manj (preglednica 2).

Dolžina vegetacijske dobe za TP5 je na 12 meteoroloških postajah v obeh obdobjih trajala med 230 in 260 dni. Pričakovano najdaljša je bila v Portorožu (291 dni), kjer je v obdobju 1991–2020 preseгла

Preglednica 2: Dolžina vegetacijske dobe in vsota biotemperatur za temperaturni prag 5 °C v obdobjih 1961–1990 in 1991–2020 (okrajšave: STP5 – spomladanski temperaturni prag 5 °C; JTP5 – jesenski temperaturni prag 5 °C; DVD5 – dolžina vegetacijske dobe za temperaturni prag 5 °C; BT5 – biotemperature za temperaturni prag 5 °C; VD – vegetacijska doba) (vir podatkov za izračun: ARSO 2025).

tip podnebja	meteorološka postaja	temperaturni prag 5 °C											
		1961–1990						1991–2020					
		STP5	JTP5	DVD5	vsota BT5 (v °)	STP5	JTP5	DVD5	vsota BT5 (v °)	podaljšanje VD (v število dni)	relativno podaljšanje VD (v %)	povečanje vsote BT5 (v °)	relativno povečanje vsote BT5 (v %)
obalno zmerno sredozemsko	Portorož	22. 2.	9. 12.	291	4270,5	7. 2.	26. 12.	323	4834,2	32	11,0	563,7	13,2
	Bilje	5. 3.	1. 12.	272	4000,8	28. 2.	8. 12.	284	4412,6	12	4,4	411,8	10,3
podnebje													
zaledno zmerno	Podnanos	5. 3.	1. 12.	272	3976,1	22. 2.	8. 12.	290	4414,4	18	6,6	438,3	11,0
sredozemsko	Godnje	14. 3.	27. 11.	259	3676,5	1. 3.	6. 12.	281	4130,5	22	8,5	454,0	12,3
podnebje	Ilirska Bistrica	21. 3.	15. 11.	240	3053,7	9. 3.	18. 11.	255	3466,8	15	6,3	413,1	13,5
zmerno celinsko	Murska Sobota	20. 3.	13. 11.	239	3307,5	9. 3.	17. 11.	254	3729,8	15	6,3	422,3	12,8
podnebje severo-	Maribor	23. 3.	11. 11.	234	3160,6	10. 3.	17. 11.	253	3590,3	19	8,1	429,7	13,6
vzhodne Slovenije	Šmartno	26. 3.	5. 11.	225	2886,2	21. 3.	16. 11.	241	3272,4	16	7,1	386,2	13,4
zmerno celinsko	Črnomelj	16. 3.	16. 11.	246	3513,5	7. 3.	22. 11.	261	3953,3	15	6,1	439,8	12,5
podnebje vzhodne	Novo mesto	26. 3.	13. 11.	243	3376,6	9. 3.	18. 11.	255	3792,7	12	4,9	416,1	12,3
in jugovzhodne Slovenije	Celje	23. 3.	13. 11.	236	3171,4	12. 3.	17. 11.	251	3595,0	15	6,4	423,6	13,4
zmerno celinsko	Ljubljana	14. 3.	16. 11.	248	3548,9	7. 3.	18. 11.	257	3953,2	9	3,6	404,3	11,4
podnebje osrednje Slovenije	Lesce	25. 3.	10. 11.	231	2975,3	16. 3.	17. 11.	247	3377,8	16	6,9	402,5	13,5
podnebje nižjega gorskega sveta	Rateče	16. 4.	20. 10.	188	2267,8	9. 4.	5. 11.	211	2642,5	23	12,2	374,7	16,5
zelo vlažno	Krvavec	13. 5.	14. 10.	155	1343,8	7. 5.	15. 10.	162	1565,7	7	4,5	221,9	16,5
podgorsko	Bovec	21. 3.	13. 11.	238	3151,6	10. 3.	17. 11.	253	3518,0	15	6,3	366,4	11,6
podnebje	Postojna	25. 3.	11. 11.	232	2938,7	15. 3.	17. 11.	248	3347,2	16	6,9	408,5	13,9
	Babno Polje	19. 4.	20. 10.	185	2158,5	14. 4.	6. 11.	207	2568,3	22	11,9	409,8	19,0
	Vojsko	18. 4.	25. 10.	191	2199,4	14. 4.	5. 11.	206	2544,1	15	7,9	344,7	15,7
vlažno podgorsko	Malkovec	16. 3.	13. 11.	243	3365,4	8. 3.	18. 11.	256	3786,2	13	5,3	420,8	12,5
podnebje	Lisca	16. 4.	3. 11.	202	2435,1	31. 3.	8. 11.	223	2818,9	21	10,4	383,8	15,8

300 dni (323 dni). Najkrajša je bila na Krvavcu (155 dni), kjer se je v drugem obdobju podaljšala za en teden (162 dni). Krajšo vegetacijsko dobo od 200 dni so imeli še: Rateče, Babno Polje in Vojsko. V drugem obdobju so našete postaje presegle to vrednost. Za večino meteoroloških postaj (izjemi sta Krvavec in Ljubljana), je bila v obdobju 1991–2020 vegetacijska doba za več kot 10 dni daljša v primerjavi z obdobjem 1961–1990. V Portorožu je bila daljša za dober mesec, za tri tedne ali več v Ratečah, Babnem Polju, Godnjah in na Lisci. Relativne vrednosti kažejo, da se je vegetacijska doba najbolj podaljšala v Ratečah in Babnem Polju (12 %), sledita Portorož (11 %) in Lisca (10 %) ter z okoli 8 % Godnje, Maribor in Vojsko. Za deset meteoroloških postaj se je vegetacijska doba podaljšala med 5 in 8 %, pod 5 % pa v Biljah, Novem mestu, na Krvavcu in v Ljubljani.

Vsota biotemperatur za TP5 je v obdobju 1961–1990 za 13 meteoroloških postaj presegla 3000 °C, blizu tej vsoti so tudi Šmartno, Lesce in Postojna. Nad 4000 °C je bila v Portorožu in Biljah, malo manj pa v Podnanosu. Pričakovano zelo nizka je bila vsota biotemperatur na Krvavcu (1344 °C) ter nekoliko višja v Babnem Polju (2159 °C), na Vojskem (2199 °C) in v Ratečah (2268 °C). V obdobju 1991–2020 so bile vsote biotemperatur višje v razponu od 222 do 564 °C, pri večini meteoroloških postaj za okoli 400 °C. V zadnjem obdobju se je tako Portorož približal 5000 °C, nad 4000 °C sta imela poleg Bilj še Podnanos in Godnje, zelo sta se tej vrednosti približala Ljubljana in Črnomelj (3953 °C). Šmartno, Lesce in Postojna so presegli 3000 °C. Primerjava vsote biotemperatur za obdobji 1961–1991 in 1990–2020 kaže povečanje od 10 do 19 %. Slednje velja za Babno Polje, visoke vrednosti so še za Krvavec in Rateče (17 %) ter Lisco in Vojsko (16 %). Najmanj se je vsota biotemperatur povečala v Biljah (10 %), okoli 11 % pa v Podnanosu, Ljubljani in Bovcu.

3.2 Spremembe dolžine vegetacijske dobe in vsote biotemperatur za temperaturni prag 10 °C

Za 12 meteoroloških postaj je spomladanski TP10 v obdobju 1961–1990 nastopil aprila, pri treh 1. maja. V Portorožu se je vegetacijska doba začela 28. 3., na Krvavcu pa šele 6. 7., kar je skoraj dva meseca pozneje kot na drugih dveh najvišje ležečih postajah, na Vojskem in Lisci. Tam je bil začetek vegetacijske dobe v prvi polovici maja, enako kot v Ratečah in Babnem Polju. Jesenski TP10 je bil na 16 meteoroloških postajah oktobra, novembra le v Portorožu (5. 11.) in konec oktobra (31.10.) v Biljah in Podnanosu. Vegetacijska doba se je zaključila septembra v Ratečah, Babnem Polju in na Vojskem, pri vseh 26. 9., ter avgusta na Krvavcu (20. 8.). V obdobju 1991–2020 je bil spomladanski TP10 v Portorožu, Biljah in Podnanosu približno na isti datum, prav tako konec marca kot v predhodnem obdobju. Premik iz maja v april se je zgodil v Ilirski Bistrici, Šmartnem in Postojni, iz julija v junij na Krvavcu (15. 6.). Za spomladanski TP10 smo samo v Portorožu ugotovili premik na kasnejši datum (za en dan). Pri jesenskem pragu pa je datum ostal enak ali zgodnejši v Murski Soboti, Šmartnem, Lescah, Bovcu, Postojni in na Lisci, kar pomeni, da se vegetacijska doba jeseni ni podaljšala. Za 15 meteoroloških postaj je opaznejši premik spomladanskega praga na zgodnejši datum, ki je bil največji v Ljubljani (13 dni) in Bovcu (12 dni). Za 10 ali več dni tudi v Ilirski Bistrici, Celju, Šmartnem, Mariboru in Lescah. Jesenski prag se je za 16 dni zamaknil v Godnjah in za 13 dni v Črnomlju, za teden ali več pa v Portorožu, na Krvavcu, v Ljubljani, Podnanosu in na Malkovcu (preglednica 3).

Dolžina vegetacijske dobe za TP10 je bila v obdobju 1961–1990 na 16 meteoroloških postajah daljša od 160 dni, najdaljša, več kot 200 dni, v Portorožu (223 dni). Nad 200 dni je bila dolga tudi v Biljah in Podnanosu, med 180 in 200 dni pa še na petih meteoroloških postajah. Vegetacijska doba je bila najkrajša na Krvavcu (46 dni), kratka pa tudi na Vojskem in v Babnem Polju (136 dni), Ratečah (138 dni) ter na Lisci (149 dni). V obdobju 1991–2020 je število meteoroloških postaj, kjer je bila vegetacijska doba krajša od 160 dni, ostalo enako (pet), nad 200 dni pa so trajale, poleg že navedenih treh, še v Godnjah, Ljubljani in Črnomlju. V obdobju 1991–2020 se je v primerjavi s 1961–1990 vegetacijska doba za TP10 opazno podaljšala na vseh meteoroloških postajah z izjemo Lisce, kjer je bila daljša le za dva dni. Absolutno podaljšanje je bilo največje na Krvavcu (31 dni), v Godnjah (24 dni), Ljubljani (21 dni) in Črnomlju (20 dni). Na enajstih meteoroloških postajah se je podaljšala med 10 in 14 dni ter na šestih pod 10 dni.

Preglednica 3: Dolžina vegetacijske dobe in vsota biotemperatur za temperaturni prag 10 °C v obdobjih 1961–1990 in 1991–2020 (okrajšave: STP10 – spomladanski temperaturni prag 10 °C; JTP10 – jesenski temperaturni prag 10 °C; DVD10 – dolžina vegetacijske dobe za temperaturni prag 10 °C; BT10 – biotemperature za temperaturni prag 10 °C; VD – vegetacijska doba) (vir: podatkov za izračun: ARSO 2025).

tip podnebja	meteorološka postaja	temperaturni prag 10 °C											
		1961–1990						1991–2020					
		STP10	JTP10	DVD10	vsota BT10 (v °)	STP10	JTP10	DVD10	vsota BT10 (v °)	podaljšanje VD (v število dni)	relativno podaljšanje VD (v %)	povečanje vsote BT10 (v °)	relativno povečanje vsote BT10 (v %)
obalno zmerno sredozemsko	Portorož	28. 3.	5. 11.	223	3784,8	29. 3.	16. 11.	233	4192,6	10	4,5	407,8	10,8
	Bilje	4. 4.	31. 10.	211	3555,6	30. 3.	6. 11.	222	3949,2	11	5,2	393,6	11,1
podnebje													
zaledno zmerno sredozemsko	Podnanos	6. 4.	31. 10.	209	3502,8	31. 3.	8. 11.	223	3912,8	14	6,7	410,0	11,7
	Godnje	17. 4.	20. 10.	187	3107,0	9. 4.	5. 11.	211	3607,9	24	12,8	500,9	16,1
podnebje	Ilirska Bistrica	1. 5.	16. 10.	169	2534,8	20. 4.	15. 10.	179	2884,1	10	5,9	349,3	13,8
zmerno celinsko	Murska Sobota	20. 4.	15. 10.	179	2851,2	15. 4.	21. 10.	190	3233,6	11	6,1	382,4	13,4
	Maribor	29. 4.	15. 10.	170	2659,8	19. 4.	16. 10.	181	3036,8	11	6,5	377,0	14,2
podnebje severo-	Šmartno	1. 5.	12. 10.	165	2455,0	21. 4.	11. 10.	174	2787,9	9	5,5	332,9	13,6
vzhodne Slovenije	Črnomelj	17. 4.	16. 10.	183	3012,6	10. 4.	29. 10.	203	3495,0	20	10,9	482,4	16,0
zmerno celinsko	Novo mesto	17. 4.	16. 10.	183	2922,9	15. 4.	21. 10.	190	3262,8	7	3,8	339,9	11,6
podnebje vzhodne													
in jugovzhodne Slovenije	Celje	30. 4.	15. 10.	169	2656,1	19. 4.	17. 10.	182	3051,8	13	7,7	395,7	14,9
zmerno celinsko	Ljubljana	16. 4.	18. 10.	186	3069,4	3. 4.	26. 10.	207	3554,4	21	11,3	485,0	15,8
podnebje osrednje Slovenije	Lesce	30. 4.	12. 10.	166	2510,3	21. 4.	12. 10.	175	2848,2	9	5,4	337,9	13,5
podnebje nižjega gorskega sveta	Rateče	12. 5.	26. 9.	138	1883,2	7. 5.	2. 10.	149	2195,7	11	8,0	312,5	16,6
zelo vlažno podgorsko	Krvavec	6. 7.	20. 8.	46	513,7	15. 6.	30. 8.	77	905,5	31	67,4	391,8	76,3
	Bovec	30. 4.	15. 10.	169	2623,6	18. 4.	15. 10.	181	2978,9	12	7,1	355,3	13,5
podnebje	Postojna	1. 5.	15. 10.	169	2488,6	23. 4.	15. 10.	177	2817,3	8	4,7	328,7	13,2
podnebje	Babno Polje	14. 5.	26. 9.	136	1785,3	8. 5.	2. 10.	148	2127,1	12	8,8	341,8	19,1
	Vojsko	14. 5.	26. 9.	136	1792,4	7. 5.	27. 9.	144	2079,1	8	5,9	286,7	16,0
vlažno podgorsko	Malkovec	19. 4.	18. 10.	183	2902,0	15. 4.	26. 10.	195	3287,3	12	6,6	385,3	13,3
	Lisca	12. 5.	7. 10.	149	2040,6	6. 5.	3. 10.	151	2261,6	2	1,3	221,0	10,8

Relativne spremembe dolžine vegetacijske dobe za TP10 kažejo zelo velik razpon. Največja je za Krvavec (67 %), kjer pa je treba upoštevati, da je dolžina vegetacijske dobe kratka in že manjše podaljšanje pomeni veliko relativno spremembo, in najmanjša za Lisco (1 %). V Godnjah se je podaljšala za 13 %, Ljubljani in Črnomlju za 11 %, med 6 in 9 % pa za deset meteoroloških postaj.

Vsote biotemperatur za TP10 so se v obdobju 1961–1990 gibale med 514 °C na Krvavcu in 3785 °C v Portorožu. Nad 3000 °C so bile tudi v Biljah, Podnanosu, Godnjah, Črnomlju in Ljubljani, pod 2000 °C pa poleg Krvavca še v Ratečah, Babnem Polju in na Vojskem. Vsote biotemperatur so se v obdobju 1991–2020 v primerjavi s predhodnim obdobjem na vseh meteoroloških postajah povečale, na 14 postajah za 300 do 400 °C, na treh nad 400 °C in dveh pod 300 °C. Najmanj se je povečala na Lisci (221 °C) in največ v Godnjah (501 °C). Vsota biotemperatur je v drugem obdobju v Portorožu preseгла 4000 °C (4193 °C), nad 3000 °C je bila na desetih meteoroloških postajah, kar je še enkrat toliko kot v prvem obdobju, zelo blizu tej vrednosti pa je tudi Bovec (2979 °C). Na Krvavcu je bila vsota biotemperatur v drugem obdobju 906 °C, v Ratečah, Babnem Polju in na Vojskem pa je bila višja od 2000 °C. Relativne spremembe so pri vseh (razen za Krvavec) v razponu med 10 in 20 %. Na Krvavcu je bilo izjemno, kar 76 % povečanje zaradi na splošno nizkih vsot v višjih nadmorskih višinah, najmanjše pa v Portorožu in na Lisci (10 %). Razmeroma veliko povečanje so imeli še Babno Polje (19 %), Vojsko, Rateče, Črnomelj in Godnje (16 % ali več).

4 Spremembe dolžine vegetacijske dobe in vsote biotemperatur med obdobjema 1961–1990 in 1991–2020 po podnebnih tipih

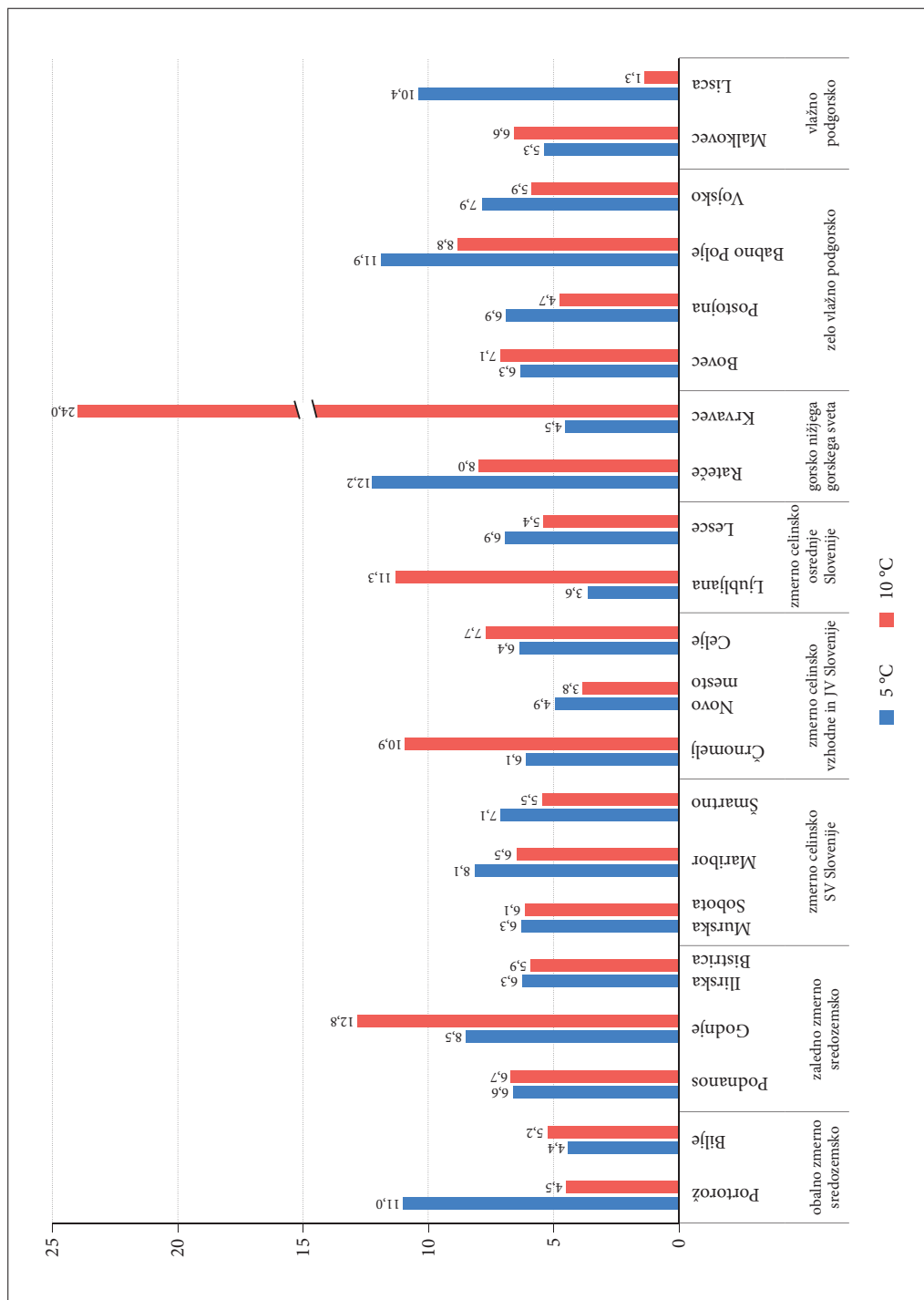
Relativne spremembe dolžine vegetacijske dobe med obdobjema 1961–1990 in 1991–2020 po podnebnih tipih so prikazane na sliki 3, relativne spremembe vsote biotemperatur pa na sliki 4. Največje podaljšanje vegetacijske dobe za TP5 smo ugotovili za meteorološke postaje v podnebnju nižjega gorskega sveta (Rateče), v zelo vlažnem podgorskem podnebnju (Babno Polje) in vlažnem podgorskem podnebnju (Lisca). V Ljubljani, ki leži v zmerno celinskem podnebnju osrednje Slovenije, smo za TP5 izračunali najmanjše podaljšanje, za TP10 pa enega večjih med vsemi meteorološkimi postajami. Za TP10 je bilo največje podaljšanje v podnebnju nižjega gorskega sveta (Krvavec), v zalednem zmernem sredozemskem podnebnju (Godnje) ter zmernem celinskem podnebnju vzhodne in jugovzhodne Slovenije (Črnomelj).

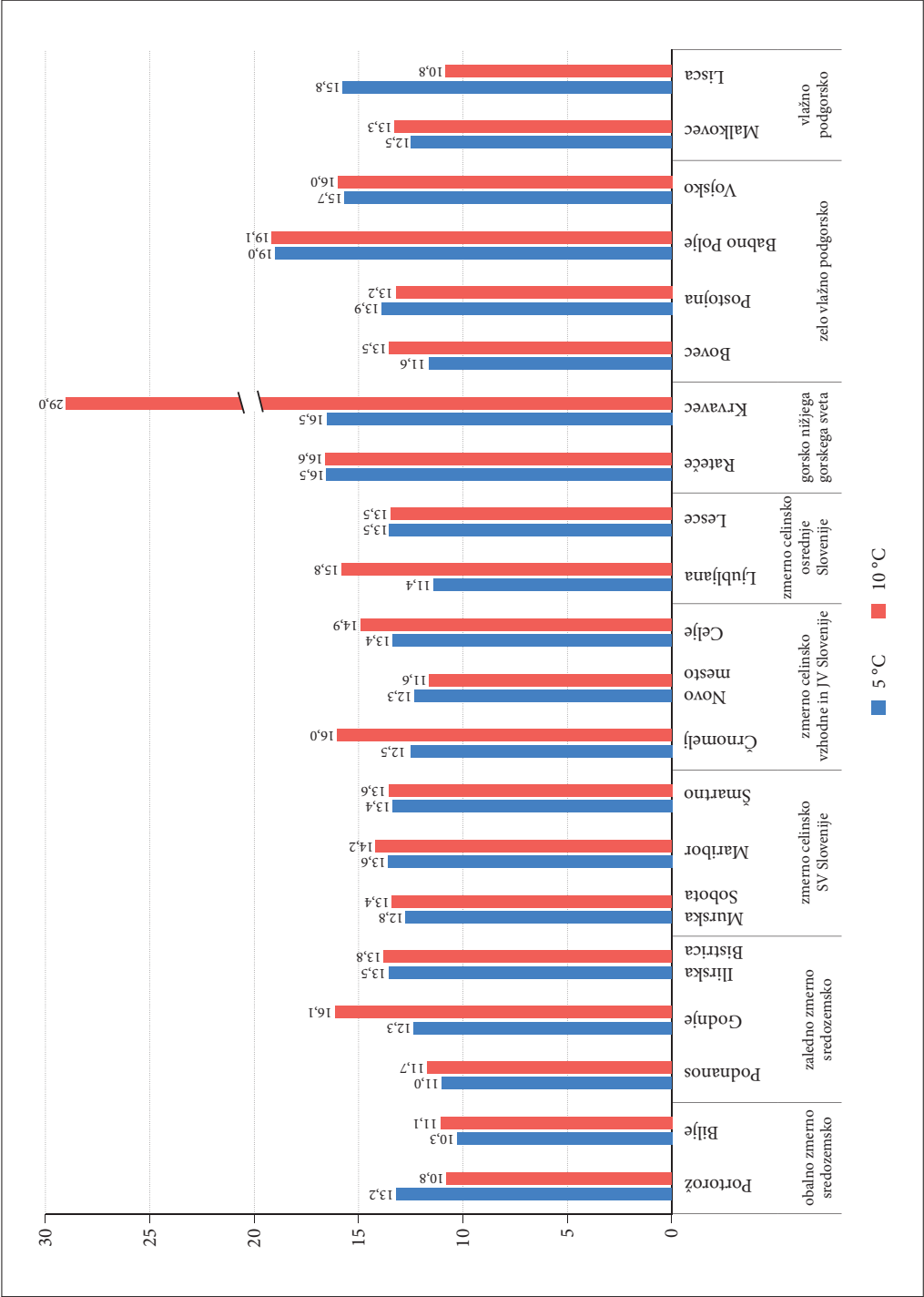
V obdobju 1991–2020 se je vegetacijska doba za TP5 v obalnem zmerno sredozemskem podnebnju v Portorožu podaljšala za 11 %, kar je občutno več kot v Biljah (4 %), ki imajo eno najmanjših relativnih sprememb med vsemi meteorološkimi postajami. Pri obeh je bilo izrazitejše podaljšanje vegetacijske dobe v jesen, še zlasti v Portorožu. Razlika v podaljšanju vegetacijske dobe je med obema postajama znotraj podnebnega tipa ena največjih med vsemi podnebnimi tipi, nekoliko manjša le od tiste v podnebnju nižjega gorskega sveta. Za TP10 sta razliki med postajama zanemarljivi, podaljšanje je v Portorožu in Biljah okoli 5 %, ponovno z izrazitejšim premikom jesenskega praga. Vsota biotemperatur za TP5 se je v Portorožu povečala za 13 % in v Biljah za 10 %, podobno tudi za TP10.

V zalednem zmerno sredozemskem podnebnju je bila vegetacijska doba za TP5 najdaljša v Godnjah in se je podaljšala za 9 %, sledita Podnanos in Ilirska Bistrica. Pri vseh treh je bil spomladanski prag dosežen prej, jesenski pa okoli teden dni kasneje. Pri TP10 so bile razlike v spremembi dolžine vegetacijske dobe večje. Ta se je v Godnjah v obdobju 1991–2020 v primerjavi s obdobjem 1961–1990 podaljšala za 13 %, v Podnanosu za 7 % in Ilirski Bistrici za 6 %. Premik spomladanskega praga je bil

Slika 3: Relativna sprememba dolžine vegetacijske dobe (v %) za TP5 in TP10 med obdobjema 1961–1990 in 1991–2020 (vir podatkov za izračun: ARSO 2025). ► str. 24

Slika 4: Relativne spremembe vsote biotemperatur (v %) za TP5 in TP10 med obdobjema 1961–1990 in 1991–2020 (vir podatkov za izračun: ARSO 2025). ► str. 25





največji v Ilirski Bistrici, jesenskega pa v Godnjah. Sprememba vsote biotemperatur za TP5 je bila največja v Ilirski Bistrici (14 %), sledita Godnje in Podnanos, za TP10 pa je bila višja za Godnje (16 %) in nižja za drugi dve meteorološki postaji.

Znotraj zmerno celinskega podnebja severovzhodne Slovenije se je vegetacijska doba za TP5 podaljšala dokaj primerljivo, in sicer od 8 % v Mariboru do 6 % v Murski Soboti. Premik spomladanskega praga je bil izrazitejši v Mariboru in Murski Soboti, v Šmartnem pa jesenskega. Pri TP10 so bile razlike v podaljšanju vegetacijske dobe še manjše. Pri vseh je bil bolj izrazit premik spomladanskega praga v zgodnejši čas. Spremembe vsote biotemperatur za TP5 so bile zelo podobne in so se gibale okoli 13 %, za TP10 pa je bila nekoliko večja v Mariboru (14 %).

Podobno kot pri predhodno opisanem podnebnem tipu se je tudi v zmerno celinskem podnebnju vzhodne in jugovzhodne Slovenije dolžina vegetacijske dobe za TP5 podaljšala zelo primerljivo, vrednosti pa so še nižje, in sicer 5 % v Novem mestu ter 6 % v Celju in Črnomlju. Premiki temperaturnih pragov so bili tudi tu večji spomladi. Pri TP10 se je vegetacijska doba najbolj podaljšala v Črnomlju (11 %), manj v Celju (8 %), v Novem mestu pa zgolj za 4 %. V Črnomlju in Novem mestu je bil izrazitejši zamik jesenskega praga, v Celju pa spomladanskega. Vsota biotemperatur za TP5 se je najbolj povečala v Celju (13 %), za TP10 pa v Črnomlju (16 %).

V zmerno celinskem podnebnju osrednje Slovenije se je v Lescah dolžina vegetacijske dobe za TP5 podaljšala za 7 %, v Ljubljani pa le za 4 %, kar je najmanj med vsemi meteorološkimi postajami. V Ljubljani se je na zgodnejši datum bolj premaknil spomladanski prag, v Lescah pa enakomerno oba. Vegetacijska doba za TP10 se je opazneje podaljšala v Ljubljani (11 %) kot v Lescah (5 %). V Ljubljani sta se premaknila oba pragova, opazneje spomladanski, v Lescah pa le spomladanski. Sprememba vsote biotemperatur za TP5 je bila v Lescah (14 %) večja kot v Ljubljani (11 %), za TP10 pa obratno, v Lescah manjša (14 %) kot v Ljubljani (16 %).

Pri podnebnju nižjega gorskega sveta smo ugotovili večje podaljšanje vegetacijske dobe za TP5 v Ratečah (12 %) in opazno manjše na Krvavcu (5 %). Spomladanski prag je bil za obe meteorološki postaji v obdobju 1991–2020 približno teden prej kot v obdobju 1961–1990, jesenski pa za Rateče dva tedna in za Krvavec samo en dan kasneje. Za TP10 je sprememba vegetacijske dobe za meteorološki postaji zelo različna in daleč presega razlike znotraj ostalih podnebnih tipov. V Ratečah se je podaljšala za 8 %, na Krvavcu pa za izjemnih 67 %. Spomladanski prag se je na Krvavcu premaknil za 23 dni, s 6. julija na 15. junij, jesenski pa za 10 dni. V Ratečah sta bila premika obeh pragov manjša od tedna dni. Obe meteorološki postaji sta imeli enako relativno povečanje vsote biotemperatur za TP5 (17 %), za TP10 pa je Krvavec močno izstopal s 76 % povečanjem.

Večje razlike v spremembah dolžine vegetacijske dobe smo ugotovili tudi med meteorološkimi postajami v zelo vlažnem podgorskem podnebnju. Vegetacijska doba za TP5 se je najbolj podaljšala v Babnem Polju (12 %), manj na Vojskem (8 %), v Postojni (7 %) in Bovcu (6 %). Izrazitejši je bil premik jesenskega praga, razen v Bovcu, kjer se je bolj premaknil spomladanski. Vegetacijska doba za TP10 se je prav tako najbolj podaljšala v Babnem Polju (9 %), sledijo pa Bovec, Vojsko in Postojna, kjer se je podaljšala le za 5 %. V Babnem Polju sta se enakomerno premaknila oba pragova, drugod pa le spomladanski. Vsota biotemperatur se je za oba temperaturna pragova za vse meteorološke postaje povečala enakomerno, kar je izjema med podnebnimi tipi. V Babnem Polju sta se vsoti biotemperatur za TP5 in TP10 povečali za 19 %, na Vojskem za 16 %, sledita pa Postojna in Bovec s povečanji med 14 in 12 %.

Za vlažno podgorsko podnebje je bilo v obdobju 1991–2020 v primerjavi z 1961–1990 ugotovljeno dvakrat večje podaljšanje vegetacijske dobe za TP5 na Lisci (10 %) kot Malkovcu in pri obeh je bil izrazitejši premik spomladanskega praga. Vegetacijska doba za TP10 je bila na Malkovcu daljša za 7 %, na Lisci pa za 1 %, kar je najmanj med vsemi meteorološkimi postajami. Tu je bil jesenski prag v obdobju 1991–2020 dosežen celo štiri dni prej kot v obdobju 1961–1990, na Malkovcu pa dober teden kasneje. Pri povečanju vsote biotemperatur za TP5 je Liska s 16 % pred Malkovcem (13 %), za TP10 pa Malkovec s 13 % pred Lisco (11 %).

5 Razprava

V Sloveniji se je med obdobjema 1961–1990 in 1991–2020 vegetacijska doba opazno podaljšala na vseh izbranih meteoroloških postajah – za TP5 povprečno 17 dni in za TP10 13 dni, kar je primerljivo z ugotovitvami drugih avtorjev (Bergant s sodelavci 2004; Travnika, Kožar in Bleiweis 2023; Žust in Vlahović 2025). Daljša vegetacijska doba je v večji meri rezultat zgodnejšega nastopa spomladanskega praga kot zamika jesenskega na kasnejši datum. Spomladanski TP5 je bil povprečno dosežen 11 dni prej, jesenski pa osem dni kasneje. Pri TP10 so bile spremembe nekoliko manjše in se je spomladanski prag v povprečju premaknil za osem dni, jesenski za šest. Zgodnejši začetek vegetacijske dobe je povezan z zgodnejšim olistanjem lesnatih rastlin (Bertalančič s sodelavci 2018), kar ima med drugim negativne posledice ob pozno zapadlem snegu in snegolomu. Največja sprememba TP5 spomladi je bila v Novem mestu (18 dni prej), na Lisci (17 dni) in v Portorožu (16 dni). Jesenski TP5 se je najbolj premaknil na kasnejši datum v Babnem Polju in Portorožu (18 dni), najmanj pa na Kravcu in v Ljubljani (dva dni). Ugotovljen zgodnejši začetek vegetacijske dobe spomladi, ki se je v obdobju 1991–2020 za TP5 začela že 7. februarja v Portorožu in konec februarja v Podnanosu, Biljah in Godnjah, ter za TP10 konec marca v Portorožu in v začetku aprila pri ostalih treh meteoroloških postajah, nedvomno pomeni večjo nevarnost za spomladanske pozebe. To potrjujejo tudi rezultati spremljanja začetka cvetenja domače češnje na meteorološki postaji Šmartno pri Slovenj Gradcu. Začetek cvetenja je v povprečju vse zgodnejši, občutljivo obdobje rastline se pomika v zgodnjo pomlad in jo izpostavi hladnim zračnim masam, ki so nad polarnimi območji, in ob ustrezni sinoptični situaciji dosežejo Slovenijo. Podobno velja tudi za ostalo koščičasto sadno drevje v drugih delih Slovenije, pri čemer je negativni učinek nekoliko manj opazen v krajih z milejšim podnebjem (Sušnik in Gregorič 2022). Na Primorskem največjo nevarnost predstavljajo spomladanske ohladike v prvi dekad aprila, saj praviloma sovpadajo z občutljivejšimi fenološkimi fazami in povzročijo veliko gospodarsko škodo. Za breskve so v Vipavski dolini na primer nevarne ohladike v drugi dekadi aprila, za zmerno celinsko podnebje (Slovenske Konjice) pa obdobje med 20. aprilom in 10. majem (Žust in Sušnik 1996). Posledice pozeb so v veliki meri odvisne od časa izpostavljenosti rodne brsta ali cveta kritični temperaturi zraka, od vrste in sorte rastline ter od fenološke faze brstov in cvetov (Žust 2003). V slovenski Istri so spomladanske pozebe pri naravnem rastju pogosto opazne pri cvetenju črnega trna in malega jesena.

Premik spomladanskega praga TP10 je bil največji na Kravcu (21 dni prej), sledita Ljubljana (14 dni) in Bovec (13 dni), jesenski pa je bil v Godnjah 17 dni in v Črnomlju 14 dni kasneje. Na treh meteoroloških postajah (Postojna, Lesce in Bovec) je bil jesenski prag dosežen isti dan kot v predhodnem obdobju, na Lisci pa štiri dni prej kot v predhodnem obdobju.

Absolutno podaljšanje vegetacijske dobe za TP5 je bilo največje v Portorožu (32 dni), Ratečah (23 dni), Godnjah in Babnem Polju (22 dni), najmanjše pa na Kravcu (7 dni). Vegetacijska doba za TP10 se je najbolj podaljšala na Kravcu (31 dni) in najmanj na Lisci (2 dni). Relativno podaljšanje vegetacijske dobe za TP5 je bilo največje v Ratečah (12 %), sledijo Babno Polje, Portorož in Lissa, za TP10 pa na Kravcu (67 %), v Godnjah (13 %) ter Ljubljani in Črnomlju. Če primerjamo spremembe za posamezne meteorološke postaje, ugotovimo, da se je za 12 meteoroloških postaj bolj podaljšala vegetacijska doba za TP5 ter za 10 vegetacijska doba za TP10. Največje razlike v spremembi dolžine vegetacijske dobe za TP5 in TP10 so bile na Kravcu, Lisci in v Portorožu, zelo podobni pa sta bili spremembi za Podnanos, Ilirsko Bistrico in Mursko Soboto.

S podaljšanjem vegetacijske dobe se je pričakovano povečala tudi vsota biotemperatur, vendar znatraj manjšega razpona kot dolžina vegetacijske dobe. Primerjava podatkov za obdobji 1991–2020 in 1961–1990 pri vsoti biotemperatur za TP5 kaže povprečno povečanje za 14 %. Največje je bilo v Babnem Polju (19 %), v Ratečah in na Kravcu (17 %) ter najmanjše v Biljah (10 %). Vsota biotemperatur za TP10 se je v povprečju povečala za 17 %, največ na Kravcu (76 %) in v Babnem Polju (19 %), najmanj pa na Lisci in v Portorožu (11 %). Če primerjamo povečanje vsote biotemperatur za oba temperaturna pragova, ugotovimo, da se je pri 13 meteoroloških postajah ta bolj povečala za TP10, za štiri meteorološke postaje pa ni razlike.

Ugotovili smo, da so pri večini meteoroloških postaj relativne spremembe dolžine vegetacijske dobe za TP5 in TP10 med obdobjema 1961–1990 in 1991–2020 v večjem razponu kot relativne spremembe vsote biotemperatur. Izjema je le Krvavec, najvišje ležeča obravnavana meteorološka postaja s kratko vegetacijsko dobo, kjer majhna absolutna sprememba pomeni veliko relativno spremembo.

Na podlagi podatkov obravnavanih meteoroloških postaj lahko sklepamo, da je bilo največje podaljšanje vegetacijske dobe za TP5 za podnebje nižjega gorskega sveta, za oba podtipa podgorskega podnebja in za obalno zmerno sredozemsko podnebje, kjer so relativne spremembe za posamezne meteorološke postaje presegle 10%. Najmanjše podaljšanje je bilo v Ljubljani (3%), ki leži v zmerno celinskem podnebnju osrednje Slovenije, ter majhno za zmerno celinsko podnebje vzhodne in jugovzhodne Slovenije, kjer relativne vrednosti niso presegle 8%. Podobno je bilo za TP10 največje podaljšanje ugotovljeno za podnebje nižjega gorskega sveta z izstopajočim Krvavcem, večje pa tudi za zaledno zmerno sredozemsko podnebje, zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije ter zmerno celinsko podnebje vzhodne in jugovzhodne Slovenije, kjer so relativne spremembe za posamezne meteorološke postaje presegle 10%. Najmanjše spremembe so bile v obalnem zmerno sredozemskem podnebnju ter zmerno celinskem podnebnju severovzhodne Slovenije.

Ugotovili smo, da meteorološke postaje znotraj podnebnih tipov večinoma ne kažejo podobnih teženj spreminjanja, kar pripisujemo izboru meteoroloških postaj in njihovi lokalni (mikro)legi. Za zanesljivejšo ugotavljanje razlik bi bilo treba vključiti vse meteorološke postaje, za katere so na voljo homogenizirani podatki, in jih primerjati tudi glede na lego oziroma relief. Med meteorološkimi postajami znotraj podnebnih tipov so razlike v relativnem podaljšanju vegetacijske dobe za TP5 najmanjše pri zalednem zmerno sredozemskem podnebnju, zmerno celinskem podnebnju severovzhodne Slovenije ter zmerno celinskem podnebnju vzhodne in jugovzhodne Slovenije. Večje razlike med meteorološkimi postajami so pri obalnem zmerno sredozemskem podnebnju, podnebnju nižjega gorskega sveta ter v obeh podgorskih podnebjih. Dolžina vegetacijske dobe za TP10 pa se je zelo podobno podaljšala za meteorološke postaje v obalnem zmerno sredozemskem podnebnju in zmerno celinskem podnebnju severovzhodne Slovenije ter zelo različno v podnebnju nižjega gorskega sveta. Opazne razlike so tudi med meteorološkimi postajami v zmerno celinskem podnebnju osrednje Slovenije, zalednem zmerno sredozemskem podnebnju (na primer v Ilirski Bistrici se je vegetacijska doba zaključila 20 dni prej kot v Podnanosu oziroma 18 dni prej kot v Godnjah), zmerno celinskem podnebnju vzhodne in jugovzhodne Slovenije ter vlažnem podgorskem podnebnju.

6 Sklep

Primerjava dolžine vegetacijske dobe med obdobjema 1961–1990 in 1991–2020 za 21 meteoroloških postaj je pokazala prevladujoče podaljšanje in s tem povečanje vsote biotemperatur v obdobju 1991–2020. Vegetacijska doba za temperaturni prag 5 °C se je v drugem obdobju v povprečju podaljšala za 17 dni (začela se je 11 dni prej in zaključila 8 dni kasneje), za temperaturni prag 10 °C pa za 13 dni (začela se je 8 dni prej in zaključila 6 dni kasneje). Največje podaljšanje vegetacijske dobe je bilo ugotovljeno v gorskem podnebnju nižjega gorskega sveta, za TP5 v Ratečah in za TP10 na Krvavcu. Presenetilo nas je, da je bila v Ratečah, ki ležijo na višji nadmorski višini in v gorskem podnebnju nižjega gorskega sveta, vegetacijska doba za TP5 v obdobju 1961–1990 daljša (188 dni) kot v Babnem Polju (185 dni), ki ima zelo vlažno podgorsko podnebje. V obdobju 1991–2020 je bila vegetacijska doba v Ratečah primerljivo dolga z Babnim Poljem ter 5 dni daljša kot na Vojskem, ki ima prav tako zelo vlažno podgorsko podnebje in višjo nadmorsko višino. Vsota biotemperatur za temperaturni prag 5 °C se je v povprečju povečala za 14 % in za temperaturni prag 10 °C za 17 %, najbolj v podnebnju nižjega gorskega sveta.

Dolžina vegetacijske dobe in vsota biotemperatur sta uporabna kazalnika podnebnih sprememb in glede na predvidene trende naraščanja temperatur lahko tudi v prihodnje pričakujemo podaljševanje vegetacijske dobe in večanje vsote biotemperatur. To bo imelo različne posledice, tako pozitivne kot negativne. Med slednjimi smo že omenili pozebe in snegolom. S podaljšanjem vegetacijske dobe na območjih z višjo nadmorsko višino bi lahko pridobili dodatna kmetijska zemljišča, kjer pa bo pridelava

bolj izpostavljena spomladanskim pozebam (Kajfež Bogataj 2005). Po mnenju drugih se število dni s spomladansko in jesensko pozebo naj ne bi povečalo, saj se bo zaradi dviga temperature zraka tudi zadnja spomladanska pozeba pojavljala prej, jesenska pa kasneje (Bertalančič s sodelavci 2018).

Kot primere izboljšanja pogojev za kmetijsko pridelavo, predvsem pridelavo trave oziroma krme, lahko omenimo nekatere meteorološke postaje. Na Lisci (947 m) je bila vegetacijska doba v obdobju 1991–2020 za TP5 enako dolga kot v Šmartnem pri Slovenj Gradcu (444 m) v obdobju 1961–1990. Na Vojskem (1065 m) je bila v drugem obdobju daljša kot na Lisci, medtem ko je bila v Postojni (538 m) v istem obdobju dolžina vegetacijske dobe enaka kot v Ljubljani (299 m) v prvem obdobju. Zanimiva je tudi primerjava sprememb v zmerno sredozemskem podnebju. V Podnanosu je bila dolžina vegetacijske dobe za TP5 in TP10 v obdobju 1991–2020 enaka kot v Portorožu v obdobju 1961–1990. Datuma doseganja temperaturnih pragov sta bila enaka za TP5 in le tri dni kasnejša za TP10, kar kaže, da postajajo pogoji za pridelavo zimskih in spomladanskih vrtnin, sadnega drevja ter vinske trte v Vipavski dolini podobni tistim v dolini Dragonje. To potrjujejo tudi vsoti biotemperatur za TP5 in TP10, ki sta bili v Podnanosu v drugem obdobju večji kot v Portorožu v prvem. V Podnanosu je bila dolžina vegetacijske dobe v obdobju 1991–2020 celo daljša kot v Biljah (55 m), vsota biotemperatur za TP5 enaka, za TP10 pa le nekoliko manjša, kar pomeni primerljive pogoje pridelave med zgornjo in spodnjo Vipavsko dolino. Podatki za Godnje (320 m) kažejo, da sta bili dolžina vegetacijske dobe in vsota biotemperatur za TP5 v drugem obdobju večji kot v Biljah v prvem, za TP10 pa je bila dolžina enaka, vsota pa večja, iz česar sklepamo, da so se pogoji za pridelavo na Krasu približali tistim v spodnji Vipavski dolini. Pri tem je pomembno poudariti, da je podnebje z dolžino vegetacijske dobe in vsoto biotemperatur samo eden od kazalnikov, ki opredeljujejo pogoje za kmetijsko pridelavo.

Zaradi podnebnih sprememb je kmetijska pridelava vse pogostejše izpostavljena neurjem, vročinskim valovom, zelo intenzivnim padavinam, daljšim sušam ipd., ki povzročajo znatno škodo na pridelkih, zato bo ključnega pomena prilagoditev z izbiro primernejših sort, ustrežnejših načinov obdelave, premikom setve, saditve, gnojenja, obrezovanja, žetve. Višje temperature lahko povečajo možnosti razvoja rastlinskih bolezni, škodljivcev, plevelov v smislu njihove agresivnosti in pogostosti pojavljanja, kar bo zahtevalo večjo uporabo fitofarmaceutskih sredstev (Kajfež Bogataj 2005). Večjo potrebo po varstvu rastlin pred boleznimi in škodljivci sta predvidela tudi Olesen in Bindi (2002), ki sta za območje zmerno sredozemskega podnebja zaradi pogostejših suš in ekstremnih vremenskih dogodkov napovedala zmanjševanje pridelka, večjo spremenljivost pridelave ter zmanjšanje primernih območij za tradicionalne pridelke. Pokrajinska in podnebna pestrost Slovenije pomeni, da lahko pričakujemo različne posledice sprememb na lokalni ravni, ki jih je treba poznati in spremljati, da se jim bomo lažje prilagodili, izbrali manj izpostavljen lege za pridelavo, izvajali ukrepe za zmanjšanje škode, kot je na primer zaščita pred pozebo in točo, zgradili sisteme za zadrževanje in zajemanje vode ter namakanje v sušnih obdobjih. Daljša vegetacijska obdobja bodo omogočila več žetev in košenj (Bergant s sodelavci 2004), boljše pogoje za gojenje toplotno zahtevnejših kultur in zelo verjetno slabše pogoje za rastline, prilagojene krajši vegetacijski dobi in nižji vsoti biotemperatur.

Zahvala: Zahvaljujemo se Gregorju Vertačniku z Agencije Republike Slovenije za okolje za pomoč in posredovane podatke, ki so pomembno prispevali k raziskavi.

Dostopnost raziskovalnih podatkov: Raziskovalni podatki, na katerih temelji članek, so na voljo v Arhivu meteoroloških podatkov Agencije Republike Slovenije za okolje.

7 Viri in literatura

ARSO 2025: Homogeniziran in dopolnjen niz podatkov dnevni povprečnih temperatur zraka za izbrane meteorološke postaje za obdobje 1. januar 1961–31. december 2020. Interni podatki. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.

- Bergant, K., Kajfež-Bogataj, L., Sušnik, A., Cegnar, T., Črepinšek, Z., Kurnik, B., Dolinar, M., Gregorič, G., Rogelj, D., Žust, A., Matajc, I., Zupančič, B., Pečenko, A. 2004: Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.
- Bertalančič, R., Dolinar, M., Draksler, A., Honzak, L., Kobold, M., Kozjek, K., Lokošek, N., Medved, A., Vertačnik, G., Vlahovič, Ž., Žust, A. 2018: Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.
- Geografski terminološki slovar 2024: Rastna doba. Medmrežje: <https://isjfr.zrc-sazu.si/sl/terminologisce/slovarji/geografski/iskalnik?iztocnica=r%C3%A1stna%20d%C3%B4ba> (12. 12. 2024).
- GURS 2024a: Digitalni model višin 12,5, 2007–2016. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana.
- GURS 2024b: Državna topografska karta Republike Slovenije 1 : 250.000. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana.
- GURS 2024c: Državni topografski sistem. Topografski podatki – hidrografija 2024. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana.
- Hočevar, A., Petkovšek, Z. 1995: Meteorologija, osnove in nekatere aplikacije. Ljubljana.
- Kajfež Bogataj, L. 2005: Podnebne spremembe in ranljivost kmetijstva. *Acta agriculturae Slovenica* 85-1. DOI: <https://doi.org/10.14720/aas.2005.85.1.15258>
- Linderholm, W. H. 2006: Growing season changes in the last century. *Agricultural and Forest Meteorology* 137, 1-2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.03.006>
- Lovrenčak, F. 2003: Osnove biogeografije. Ljubljana.
- Ogrin, D. 2023: Odkloni temperature zraka in višine padavin v obdobju 1991–2020 od povprečja 1961–1990 po podnebnih tipih Slovenije. *Geografski obzornik* 70, 3-4.
- Ogrin, D., Repe, B., Štaut, Š., Svetlin D., Ogrin, M. 2023: Podnebna tipizacija Slovenije po podatkih za obdobje 1991–2020. *Dela* 59. DOI: <https://doi.org/10.4312/dela.59.5-89>
- Ogrin, M. 2003: Vpliv reliefa na oblikovanje nekaterih mezoklimatskih tipov v Sloveniji. *Geografski vestnik* 75-1.
- Olesen, E. J., Bindi, M. 2002: Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy* 16-4. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00004-7)
- Project team European Climate Assessment and Datasets 2013: European Climate Assessment and Dataset. Medmrežje: <https://www.ecad.eu/documents/atbd.pdf> (2. 7. 2024).
- Sušnik, A., Gregorič, G. 2022: Spomladanska pozeba leta 2021. *Ujma* 36.
- Travnikar, T., Kožar, M., Bleiweis, A. 2023: Prilaganje kmetijstva in gozdarstva podnebnim spremembam: politike, podatki in raziskave. Fizikalne osnove in stanje podnebnih sprememb v Sloveniji. Medmrežje: https://skp.si/portal-znanja/gradiva/kmetijstvo-gozdarstvo-podnebne-spremembe/?ind=1753685707251&filename=OEK_Prilagajanej_kmetijstva_in_gozdarstva_CIP_dec2023.pdf&wpmddl=7154&refresh=688724e2c762e1753687266 (10. 9. 2025).
- Vertačnik, G. 2023: Homogenizacija in dopolnitev časovnih nizov podatkov temperature zraka in višine padavin slovenskih meteoroloških postaj v obdobju 1950–2020. *Vetrnica* 15.
- Vertačnik, G., Bertalančič, R. 2017: Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011. Značilnosti podnebja v Sloveniji. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.
- Žiberna, I. 2021: Vaje iz klimatogeografije. Maribor. Medmrežje: <https://ff.um.si/wp-content/uploads/Ziberna-Vaje-iz-Klimatogeografije.pdf> (2. 7. 2024).
- Žust, A. 2003: Spomladanska pozeba v Primorju 8. aprila 2003. *Ujma* 17-18.
- Žust, A., Vlahovič, Ž. 2025: Dolžina rastne dobe. Medmrežje: <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/dol-zina-letne-rastne-dobe-11> (23. 10. 2025).
- Žust, A., Sušnik, A. 1996: Spomladanska pozeba. *Ujma* 10.

8 Summary: Changes in the length of the growing season and the sum of active temperatures in Slovenia's climate types between the periods 1961–1990 and 1991–2020

(translated by the authors)

The average air temperature in Slovenia has increased during the last sixty-year climatological period in the entire territory of Slovenia, which indicates a probable lengthening of the vegetation period. This paper presents the results of a comparison of growing season duration in Slovenia's climatic subtypes from 1961 to 2020. The methodology of this study follows that developed by the team working on the *European Climate Assessment and Datasets* project (Project ... 2013). We have defined the start of the spring growing season as the date on which the temperature threshold is exceeded for at least six consecutive days. The same applies at the end of the growing season in autumn: the average daily air temperature must remain below the selected threshold for at least six consecutive days (Žust and Vlahović 2025). We calculated and compared the length of the growing season at 21 selected meteorological stations (Table 1 and Figure 2) for two climatic periods: 1961–1990 and 1991–2020. We used two temperature thresholds: 5°C and 10°C, calculated from the daily average air temperature. We used homogenised daily air temperature data, which were provided by the Slovenian Environment Agency (ARSO 2025). Additionally, we calculated the sum of biotemperatures for both thresholds for the same climatological periods, by summing the mean daily temperatures recorded during the growing season (Žiberna 2021).

In the period 1991–2020, the growing season extended by an average of 17 days for a temperature threshold of 5°C (TT5), compared to the period 1961–1990, starting on average 11 days earlier and ending 8 days later. For the temperature threshold of 10°C (TT10), it was extended by an average of 13 days, starting 8 days earlier and ending 6 days later. The greatest differences were observed at meteorological stations within the humid and very humid submontane climate and the mountain climate of the lower mountain regions, while the smallest differences were recorded at locations with a moderate continental climate in central Slovenia. The sum of biotemperatures (active temperatures) increased on average the most by 14% for the 5°C threshold and by 17% for the 10°C threshold, with the largest increases in the mountain climate of the lower mountain regions, and the smallest in the coastal moderate Mediterranean climate.

Compared to the 1961–1990 period, spring TT5 was reached earliest in Novo Mesto (18 days earlier), Lisca (17 days earlier) and Portorož (16 days earlier) in the 1991–2020 period. The autumn TT5 was reached latest in Babno Polje and Portorož (18 days later), with the smallest change occurring in Krvavec (two days). The greatest change in reaching the spring TT10 occurred in Ljubljana and Bovec (both 14 days earlier), while the greatest change in reaching the autumn threshold occurred in Godnje and Črnomelj (both 17 days later). At some meteorological stations (Postojna, Lesce, and Bovec), the autumn threshold was reached on the same day as in the previous period. The greatest extension to the growing season for TT5 was observed in Portorož (32 days), Rateče (23 days) and Godnje and Babno Polje (both 22 days), whereas the shortest extension was detected at Krvavec (7 days). For TT10, the growing season extended the most at Krvavec (31 days) and the least at Lisca (two days) (Tables 2 and 3). An earlier start to the growing season in spring was observed at almost all meteorological stations, which undoubtedly increases the risk of spring frosts. With a temperature threshold of 5°C, the growing season began on the following dates in the period 1991–2020: 7 February in Portorož, 22 February in Podnanos, 28 February in Bilje, and 1 March in Godnje. The sum of biotemperatures has also increased. When comparing data for the periods 1991–2020 and 1961–1990, the sum of biotemperatures relative to TT5 shows an average increase of 14%. The greatest increases were observed in Babno Polje (19%), Rateče (17%) and Krvavec (17%). The smallest increase was in Bilje (10%). For TT10, the sum of biotemperatures increased by an average of 17%, with the most significant increase occurring at Krvavec (76%) and Babno Polje (19%), and the least significant increase in Lisca and Portorož (11%) (Figures 3 and 4).

Meteorological stations within the same climate type do not generally show similar trends of change, which can be a consequence of the selection of the stations and their local microlocation. In order to reliably determine the differences between climate types, it is necessary to include and compare all meteorological stations with homogenised data in terms of both location and relief. The smallest differences in the lengthening of the growing season for TT5 were observed among the meteorological stations within the different climate subtypes of the inland moderate Mediterranean and moderate continental climates in north-eastern, eastern and south-eastern Slovenia. Greater differences were observed in the coastal Mediterranean climate, the lower mountain climate, and the very humid and humid submontane climates. The lengthening of the growing season for TT10 was similar among the selected meteorological stations in the coastal moderate Mediterranean climate and the moderate continental climate of north-eastern Slovenia. However, significant differences were observed in the submontane climate, particularly at Krvavec. Other notable locations include the inland moderate Mediterranean climate, the moderate continental climate in central, eastern and south-eastern Slovenia, and the humid submontane climate.

Indicators of climate change include rising air temperatures and an extension to the growing season. Increases in global temperature will cause changes in plant growth patterns. As a key economic sector, agriculture will have to adapt to these new conditions. This will require the selection of less exposed production areas, the implementation of damage reduction measures, the establishment of water collection systems, and the construction of irrigation systems for dry periods. While longer growing seasons will allow for more harvests and crop rotation in areas that were previously unsuitable, they will also increase the risk of pests and necessitate the increased use of plant protection products (Bergant et al. 2004).