

Odkloni temperature zraka in višine padavin

v obdobju 1991–2020 od povprečja 1961–1990 po podnebnih tipih Slovenije

IZVLEČEK

Podnebje se neprestano spreminja. V drugi polovici 19. st. se je začelo obdobje globalnega segrevanja, za katerega je po prevladujočem mnenju krivo človeštvo. Po letu 1980 se je ta proces pospešil, tudi v Sloveniji. V prispevku so prikazane spremembe povprečne temperature zraka in višine padavin za reprezentativne meteorološke postaje posameznih podnebnih tipov v Sloveniji za obdobje 1991–2020 v primerjavi z obdobjem 1961–1990. Predstavljene so tudi glavne poteze podnebne tipizacije za zadnje klimatološko obdobje in nakazane spremembe, ki jih je ta doživela v primerjavi s tipizacijo 1961–1990.

Ključne besede: spreminjanje podnebja, temperatura zraka, višina padavin, podnebni tipi, Slovenija

ABSTRACT

Deviations of air temperature and precipitation over the period 1991–2020 from the 1961–1990 average by climate type in Slovenia

The climate is constantly changing. In the second half of the 19th century, a period of global warming began that is widely recognised as being caused by mankind. After 1980, this process accelerated, also in Slovenia. This paper presents the changes in mean air temperature and precipitation for representative meteorological stations of climatic types in Slovenia for the period 1991–2020 compared to the period 1961–1990. In addition, the main characteristics of the climate typology for the most recent climatological period are presented and the changes compared to the 1961–1990 typology are shown.

Keywords: climate change, air temperature, precipitation, climate types, Slovenia

Z letom 2020 se je zaključilo standardno klimatološko obdobju 1991–2020, ki ga je zaznamovalo intenzivno spreminjanje podnebja. Na globalni in regionalni ravni, tudi v Sloveniji, so se te spremembe začele po letu 1980 (Bertalančič s sodelavci 2010; Dolinar in Vertačnik 2010; Ogrin 2003; 2014; 2015; Vertačnik s sodelavci 2013; Žiberna 2011 idr.). Odražajo se v značilnih spremembah povprečij podnebnih elementov, njihovih režimov in variabilnosti, kakor tudi v spreminjanju značilnosti in prostorske razporeditve podnebnih tipov. Slednje je na primer razvidno iz primerjave tipizacij slovenskega podnebja, ki so bile narejene z upoštevanjem enakih izhodišč in kriterijev za obdobji 1961–1990 (Ogrin 1996) in 1971–2000 (Ogrin 2009) ter za zadnje standardno klimatološko obdobje 1991–2020, ki ohranja enaka izhodišča kot predhodni tipizaciji, vendar zaradi aktualnega spreminjanja podnebja vpeljuje nekoliko spremenjene in dopolnjene kriterije od predhodnih tipizacij (Ogrin s sodelavci 2023).

Namen prispevka je prikazati glavne značilnosti podnebne tipizacije Slovenije za obdobje 1991–2020 in tendence spreminjanja povprečnih mesečnih, sezonskih in letnih temperatur zraka ter padavin po posameznih tipih in podtipih podnebja v obdobju 1991–2020 v primerjavi s standardnim klimatološkim obdobjem 1961–1990. Nakazane so tudi nekatere spremembe prostorske slike zadnje tipizacije v primerjavi s tipizacijo za predhodno klimatološko obdobje.

Podnebni tipi v Sloveniji 1991–2020

Z vidika velikih podnebnih enot ima Slovenija, razen gorskega sveta, tako kot večina Evrope zmerno toplo vlažno podnebje. Zanj je značilno, da se povprečna temperatura najhladnejšega meseca ne spusti pod $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ in da ima vsaj en mesec povprečno temperaturo nad $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Za padavine pa, da so vsi letni časi približno enakomerno namočeni, brez izrazitih sušnih in deževnih obdobji. Pri podrobnejši podnebni členitvi pride poleg lege v zmernih geografskih širinah in precejšnje višinske razčlenjenosti površja do izraza tudi prehodnost slovenskega ozemlja med Alpami in Dinaridi ter med Sredozemljem in Panonsko kotlino. Tako prihaja na našem ozemlju do stika in prepletanja gorskega (montanskega, alpskega), sredozemskega (mediteranskega) in celinskega (kontinentalnega, panonskega) podnebja. To otežuje podnebno členitev, za podnebne tipe je značilna netipičnost, če jih primerjamo s pravim celinskim, sredozemskim ali gorskim podnebjem. To je razlog, da jih označujemo za »zmerno« ali dodajamo predpone »sub«, »ob« ali »pod« (na primer zmerno celinsko, submediteransko, obpanonsko, podgorsko). Na splošno se z oddaljevanjem od alpsko-dinarske pregrade proti vzhodu in severovzhodu države krepijo celinske podnebne značilnosti, proti jugozahodu sredozemske, z naraščanjem nadmorske višine v alpskih, predalpskih in dinarskokraških pokrajinah pa značilnosti gorskega podnebja. Na kartografskih prikazih moramo zato meje med tipi in podtipi podnebnij razumeti kot prehodna območja in ne v smislu ostrih ločnic.

Avtor besedila:

DARKO OGRIN, doktor geografskih znanosti, redni profesor
 Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani,
 Aškerčeva cesta 2, 1000 Ljubljana
 E-pošta: darko.ogrin@ff.uni-lj.si

Avtorji fotografij:

DARKO OGRIN, SARA MIKOLIČ

COBISS 1.02 pregledni znanstveni članek

Južno in jugozahodno od alpsko-dinarske pregrade se zaradi odprtosti površja proti Jadranskemu morju in Sredozemlju pojavlja **zmerno sredozemsko podnebje**, ki ima največ jasnih dni v Sloveniji. Zaradi vpliva morja so povprečne temperature najvišje v Sloveniji, predvsem jesenske in zimske. V najhladnejšem mesecu se v povprečju ne spustijo pod ledišče, v najtoplejšem so nad 20 °C. Padavinski režim je zmerno sredozemski z viškom padavin v jesenskih mesecih. Snežna odeja je redek pojav. V hladni polovici leta je pogosta burja. Od obale proti alpsko-dinarski pregradi se temperature znižujejo, naraščajo pa padavine, kar je osnova za delitev

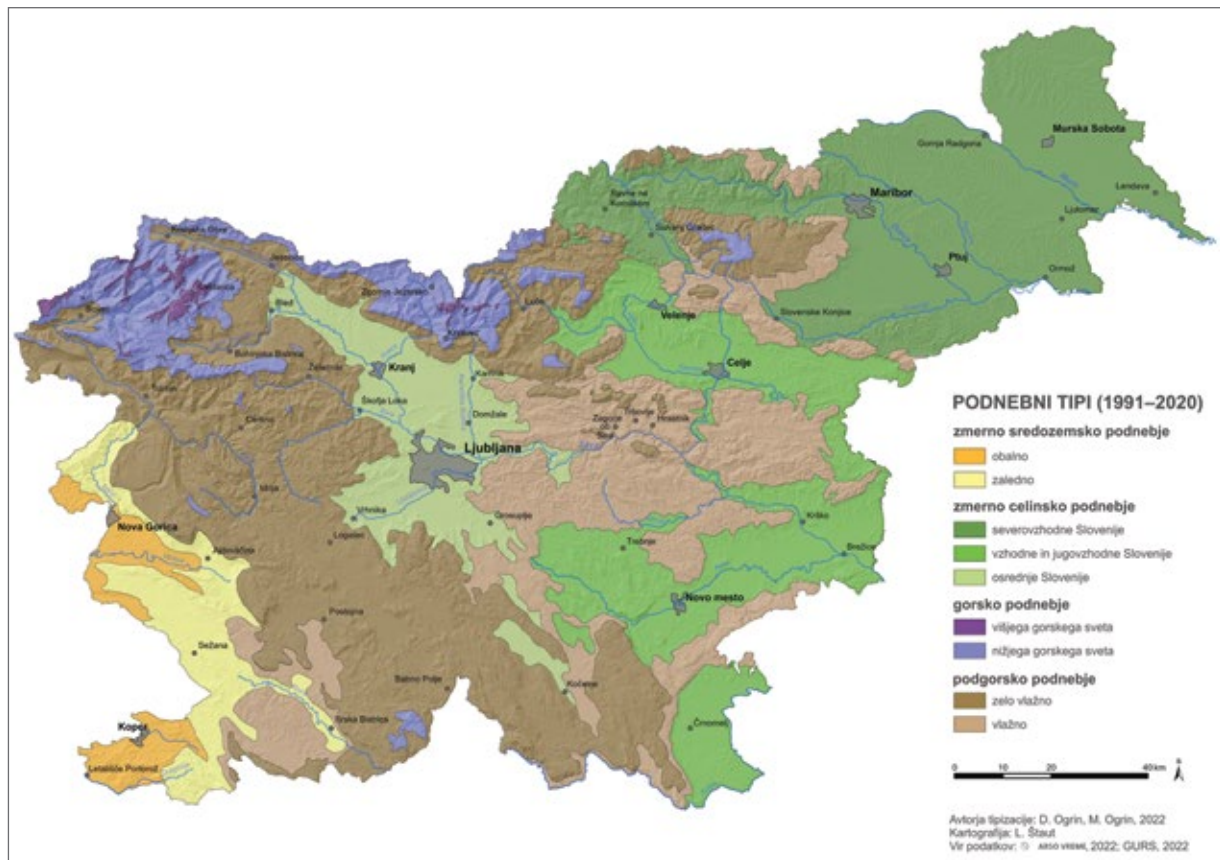
zmerne sredozemskega podnebja na toplejše in manj vlažno obalno ter nekoliko hladnejše in bolj vlažno zaledno. Na prehodu zime v pomlad ter julija in avgusta je običajno suša, ki je zaradi značilnosti površja izrazitejša na kraškem svetu.

Na območjih Slovenije z zmerno sredozemskim podnebjem prevladuje kulturna pokrajina. Podnebje sovпада s Primorsko vinorodno deželjo, obalno podnebje, kjer so januarske temperature nad 3 °C in julijske nad 22 °C, pa z območjem oljke (podnebje oljke). Podnebne razmere ustrezajo toploljubnim in na sušo prilagojenim listopadnim gozdovom, značilnim

za obrobje Sredozemlja (na primer hrasta puhavca, črnega gabra), in v najtoplejših območjih nekaterim sredozemskim (vednozelenim) rastlinam (hrast črnika, divji špargelj) ter kulturnim rastlinam, kot so oljka, figa, granatno jabolko in druge.

Zmerno celinsko podnebje imajo nižje ležeča območja v severovzhodni, vzhodni, jugovzhodni in osrednji Sloveniji. Za zmernim sredozemskim je drugo najtoplejše podnebje v Sloveniji, za katerega so značilne največja povprečna letna temperaturna amplituda (nad 20 °C) in visoke poletne maksimalne temperature. Prejme podpovprečno letno količino pada-

Slika 1: Podnebni tipi v Sloveniji v obdobju 1991–2020 (vir: Ogrin s sodelavci 2023).



vin (pod 1400 mm), večina jih pade v topli polovici leta. Najbolj izrazite celinske podnebne poteze ima severovzhodna Slovenija, kjer je april toplejši od oktobra (celinski predeli se spomladi hitreje segrejejo od območij, ki so pod večjim vplivom morja in morskih zračnih gmot), pade najmanj padavin (tudi pod 1000 mm) in ima zmerni celinski padavinski režim. Nižje ležeča območja na vzhodu in jugovzhodu Slovenije, ki so prav tako odprta proti Panonski nižini, imajo podobne temperaturne značilnosti, le da prejmejo več padavin in imajo zmerni sredozemski padavinski režim. Slednji je značilen tudi za zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije, ki je zaradi lege v bližini alpsko-dinarske pregrade še bolj vlažno, večji vpliv morskih zračnih gmot je razviden tudi iz toplejšega oktobra od aprila.

Kljub večjemu deležu padavin v topli polovici leta so poletja v severovzhodni, vzhodni in jugovzhodni Sloveniji, deloma tudi v osrednji Sloveniji na prodnih in peščenih nanosih, zaradi sorazmerno nizke količine padavin in visokih temperatur (povprečne julijske temperature so nad 20 °C) ter velike evapotranspiracije na robu sušnosti. Na območju z zmernim celinskim podnebjem zaradi ugodnih naravnih razmer prevladuje kulturna pokrajina. Zmerno celinsko podnebje severovzhodne, vzhodne in jugovzhodne Slovenije (imenovali bi ga lahko tudi obpanonsko podnebje) približno sovпада s Podravsko in Posavsko vinorodno deželo. Zaradi ugodnejših lokalnih podnebnih razmer so vinogradi in sadovnjaki večinoma urejeni na prisojnih toplih pasu. Na ravninah

in v dolinah, kjer so pogosti temperaturni obrati, so predvsem njivska in travniška zemljišča. Listopadni gozdovi so v hribovskem pasu, na osojnih gričevjih in v nižinah ob vodotokih (logi) ter na območjih z veliko talno vlažnostjo (poplavni gozdovi).

Z višino se običajno temperatura zraka znižuje, narašča količina padavin, povečuje se trajanje in višina snežne odeje, povečuje se vetrovnost, krajša se rastna doba in podobno. Zato so ena glavnih značilnosti **gorskega podnebj**a višinski podnebno-rastlinski pasovi, v Sloveniji predvsem gorski, subalpski in alpski pas (manjka pravi nivalni pas). Gorsko podnebje, ki ga imajo Alpe, Pohorje in najvišji predeli zahodnega predalpskega hribovja ter Visokih dinarskih planot, je najhladnejše in najbolj vlažno v Sloveniji, z dolgo trajajočo in visoko snežno odejo, ki v povprečnih zimah preseže 150 cm. Povprečna temperatura najhladnejšega meseca je nižja od -3 °C, letna višina padavin pa večinoma presega 1600 mm. Zahodna območja z gorskim podnebjem so bolj namočena (letno prejmejo tudi nad 2500 mm padavin) in imajo višek padavin v pozni jeseni, vzhodna pa prejmejo manj padavin, najbolj namočen del leta se premakne v poletni čas. Najmanj padavin je pozimi. V zadnjih desetletjih se obseg gorskega podnebja v Sloveniji zmanjšuje zaradi segrevanja ozračja.

Podnebje višjega gorskega sveta imajo najvišji grebeni Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alp, kjer temperatura najtoplejšega meseca v povprečju ne preseže 10 °C, kar sovпада z alpskim pasom oziroma območjem alpskega

grmičevja, travišč in neporaščene površja. Nižje, pod zgornjo drevesno in gozdno mejo (subalpski in gorski pas), ki je v Sloveniji večinoma med 1700 in 1900 m, in kjer imajo eden do štiri mesece povprečno temperaturo nad 10 °C, je podnebje nižjega gorskega sveta. To seže tudi v nekatere gorske doline in visoko ležeče kraške kotanje, kjer so temperature predvsem zaradi močnih temperaturnih obratov podobne gorskim.

Podgorsko podnebje imajo predgorje Alp, velika večina Predalpskega hribovja ter dinarskokraških planot in hribovij. Je prehodno podnebje med gorskim in zmernim celinskim na vzhodni strani oziroma gorskim in zmernim sredozemskim na jugozahodni strani alpsko-dinarske pregrade. Povprečne januarske temperature so večinoma med 0 in -3 °C, julijske pa med 16 in 20 °C. Zaradi lege na območju alpsko-dinarske pregrade je podnebje nadpovprečno namočeno, z najmanj padavin pozimi. Snežna odeja je zaradi nižjih nadmorskih višin in višjih temperatur manj zanesljiva kot pri gorskem podnebju. Padavinske in temperaturne razmere so osnova za delitev podgorskega podnebja na zelo vlažno, ki ga ima osrednji, najvišji in najbolj namočen del pregrade, ter vlažno, ki ga imajo nižji in nekoliko toplejši robni predeli na celinski in primorski strani pregrade. Zaradi manj ugodnih podnebnih, reliefnih in talnih razmer na območjih Slovenije s predgorskim podnebjem in podnebjem nižjega gorskega sveta prevladuje gozd. V nižje ležečih predelih listnat, predvsem bukov, ki z nadmorsko višino preide v mešan in iglast gozd.

Tendence spreminjanja temperature zraka in padavin po podnebnih tipih

Za ugotavljanje tendenc spreminjanja podnebja v obdobju 1991–2020 v primerjavi s predhodnim standardnim klimatološkim obdobjem 1961–1990 smo za vsak podnebni tip izbrali po dve reprezentativni meteorološki postaji (za vsak podtip eno), le za zmerno celinsko podnebje, ki je razčlenjeno na tri podtipе, štiri (posebej še za zmerno celinsko podnebje jugovzhodne Slovenije). Za prikaz sprememb temperature zraka in padavin v obalnem zmerno sredozemskem podnebjju smo uporabili podatke za Letališče Portorož v Sečovljah (nadmorska višina 2 m), za zaledno zmerno sredozemsko Godnje pri Tomaju (nadmorska višina 320 m). Tendence zmerne celinskega podnebja severovzhodne Slovenije smo ugotavljali s pomočjo Murske Sobote (nadmorska višina 187 m), za zmerno celinsko podnebje vzhodne Slovenije smo uporabili podatke za Celje (nadmorska višina 244 m), za jugovzhodno Slovenijo Črnomelj (nadmorska višina 157 m) in za osrednjo Slovenijo Letališče Jožeta Pučnika na Brniku (nadmorska višina 362 m). Spreminjanje podnebja višjega gorskega sveta smo ugotavljali s pomočjo Kredarice (nadmorska višina 2514 m), nižjega gorskega sveta s podatki za Rateče (nadmorska višina 864 m). Za zelo vlažno podgorsko podnebje smo analizirali podatke za Vojsko (nadmorska višina 1067 m), za vlažno podgorsko pa podatke za Lisco (nadmorska višina 947 m).

Tendence spreminjanja podnebja smo ugotavljali z izračunavanjem



Slika 2: Zgodnejši nastop razvojnih faz rastlin spomladi stopnjuje ogroženost zaradi pozeh (foto: Sara Mikolič).

razlik povprečnih mesečnih, sezonskih in letnih temperatur ter padavin v 30-letnem obdobju 1991–2020 v primerjavi s klimatološkim obdobjem 1961–1990. Podatke za obdobje 1991–2020 smo dobili neposredno iz arhiva Agencije RS za okolje, v nadaljevanju ARSO (2021), dostopni so tudi na spletni strani ARSO (Podnebne statistike 1950–2020), za obdobje 1961–1990 pa v publikaciji Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011 (Vertačnik in Bertalanč 2017). Arhivirane podatke meteoroloških postaj so na Agenciji RS za okolje kontrolirali in odstranili umetne vplive na časovne nize ter jih homogenizirali (Vertačnik s sodelavci 2016). Spremembo temperature zraka smo izrazili v absolutnih vrednostih (v °C), spremembo višine padavin pa v relativnih vrednostih (v %).

V predelih Slovenije z **zmernim sredozemskim podnebjem** se v zadnjih treh desetletjih segrevajo vsi letni časi, najbolj poletja, ki so od povprečnih v obdobju 1961–1990 toplejša za 1,6 do 1,2 °C. Opazno je, da se bolj intenzivno kot obalni predeli ob Tržaškem zalivu, kjer morje zadržuje segrevanje, segrevajo predeli z zalednim zmernim sredozemskim podnebjem. Od poletnih mesecev se je ob obali najbolj ogrelo junija in avgusta (za 1,7 °C), v zaledju pa julija in avgusta (za 2,2 oziroma 2,5 °C). Leta kot celota so bila ob obali v obdobju 1991–2020 toplejša za 1,2 °C od poletij 1961–1990, v zaledju pa za okrog 1,6 °C. Najmanjši trend segrevanja je jeseni, še posebej ob obali, kjer so bile jeseni v obdobju 1991–2020 od jeseni 1961–1990 toplejše le za 0,7 °C (preglednica 1). Vedno višje temperature se

v obsredozemskih pokrajinah kažejo v daljši rastni sezoni in zgodnejšem nastopu razvojnih faz pri rastlinstvu. Spomladanski razvoj rastlin se v začetku tega stoletja začne tudi več kot 10 dni prej kakor v petdesetih letih 20. stoletja (Žust 2016, 17–20), kar povečuje ogroženost zaradi spomladanskih pozeb.

Posledica manjšega dviga temperature zraka pri obalnem zmernem sredozemskem podnebnju je, da se je ob morju, v primerjavi z zaledjem Tržaškega zaliva in tudi nižinskimi predeli Slovenije, manj izrazito povečala pogostost toplih dni (maksimalne temperature nad 25 °C). Za Portorož trend povečanja teh dni v obdobju 1950–2020 3,9 dneva na desetletje, v Godnjih pri Tomaju 4,9 dneva in v Ljubljani 5,1 dneva. Se je pa zato občutno zmanjšala pogostost hlad-

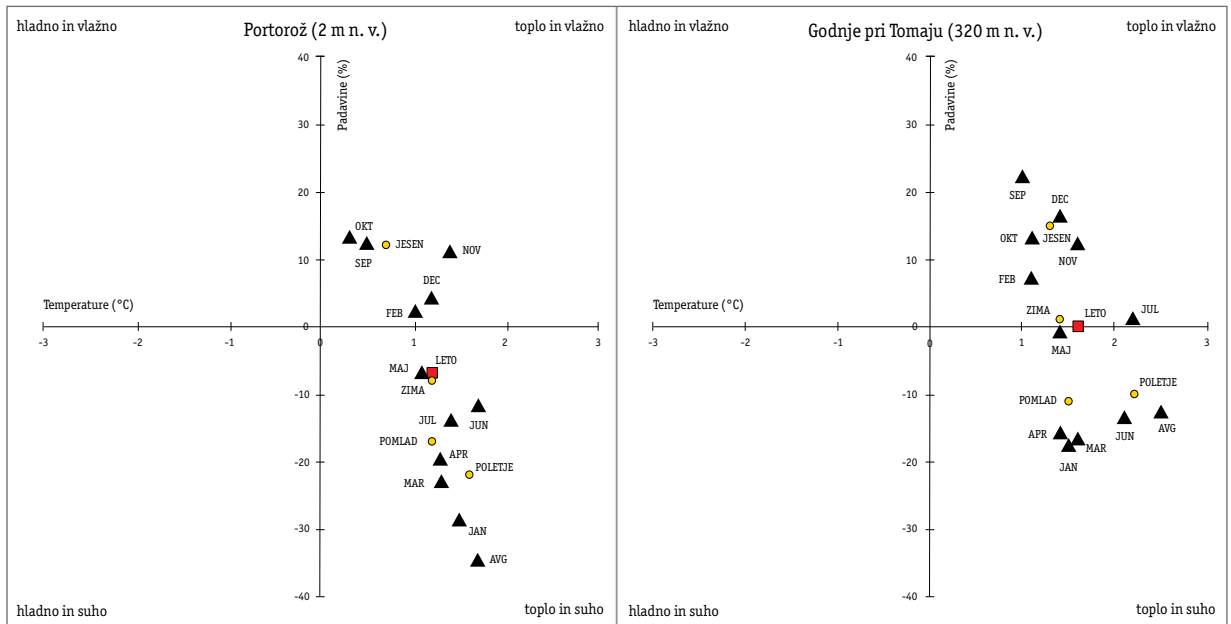
nih dni (minimalne temperature pod 0 °C). V Portorožu je bilo v obdobju 1961–1990 v povprečju 53 hladnih dni na leto, v obdobju 1991–2020 pa 40 (trend v obdobju 1950–2020 –2,3 dneva na desetletje). Še bolj izrazito se je število hladnih dni zmanjševalo na Krasu (Godnje pri Tomaju: –3,5 dneva na 10 let) (Časovni potek odklonov v obdobju 1950–2020 2023). Zmanjševanje števila dni z nizkimi temperaturami je ugodno za človekovo počutje, k čemur prispeva tudi trajanje Sončevega obsevanja, ki ga je pozimi in spomladi več kot v preteklosti. Značilno več sonca je tudi poleti, manj pa jeseni (Vertačnik in Bertalanč 2017, 70–85).

Manj sonca jeseni je tudi posledica dejstva, da trend jesenskih padavin v zadnjih 30. letih kaže na njihovo naraščanje (trend je neznačilen), z več

padavinami pa je povezana tudi povečana oblačnost. Količina padavin v jeseni se je v obdobju 1991–2020 v primerjavi s 30-letjem 1961–1990 povečala za 12 oziroma 15 %. V drugih letnih časih je padavin vse manj. Ob obali je zmanjšanje največje poleti (za 22 %), posebej avgusta (za dobro tretjino), v zaledju pa je zmanjšanje padavin pomladi in poleti približno enako poleti in pomladi (preglednica 1). Zmanjševanje padavin v topli polovici leta, s hkratnim naraščanjem temperature zraka, prispeva k večjemu izhlapevanju in stopnjevanju sušne ogroženosti.

V predelih Slovenije z zmernim celinskim podnebnjem so bili vsi meseci in letni časi v obdobju 1991–2020 toplejši od obdobja 1961–1990. Najbolj so se temperature povišale v poletnih mesecih (od 1,7 do 1,8 °C, najmanj pa

Slika 3: Odklon temperature zraka (v °C) in padavin (v %) v obdobju 1991–2010 od povprečja 1961–1990 za meteorološki postaji z obalnim (Portorož) in zalednim zmernim sredozemskim podnebnjem (Godnje pri Tomaju). Slika odklonov za meteorološke postaje z zmernim celinskim podnebnjem je podobna.



jeseni (od 0,7 do 1,2 °C) (preglednica 1). Najbolj so se ogrela poletja v nižje ležečih predelih obpanonskih pokrajin, linearni trend za obdobje 1991–2020 je praktično enoten za vse postaje in je 0,4 °C na desetletje. Za ostale letne čase so trendi za desetinko ali dve nižji (Časovni potek odklonov v obdobju 1950–2020 2023). Za 2 °C ali več se je v Murski Soboti (zmerno celinsko podnebje severovzhodne Slovenije) segrel januar, v Črnomlju (zmerno celinsko podnebje jugovzhodne Slovenije) januar, junij in september ter na Letališču Jožeta Pučnika na Brniku (zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije) junij. Povprečne letne temperature so višje od 1,2 do 1,6 °C.

Letna višina padavin v celinskih predelih Slovenije v obdobju 1991–2020 kaže rahlo, vendar neznačilno tendenco zniževanja v primerjavi z obdobjem 1961–1990. Rahlo narašča le intenzivnost nalivov, zmanjšuje se število dni z meglo ter nizko oblačnostjo in s sneženjem. Večje spremembe so pri padavinskem režimu. Opazno je zmanjševanje padavin poleti (za 7 do 16 %), pa tudi

pomladi, in naraščanje v jeseni, predvsem na območjih Slovenije z zmernim celinskim podnebjem na vzhodu države (od 12 do 16 %). To pomeni, da proti vzhodu Slovenije poletni in jesenski višek padavin postajata izenačena. Naraščanje jesenskih in zmanjševanje poletnih padavin nakazuje, da padavinskemu režimu na vzhodu in severovzhodu Slovenije slabijo dosedanje celinske značilnosti, krepijo pa se zmerne sredozemske poteze.

Na premikanje območja z zmernim sredozemskim padavinskim režimom proti vzhodu in severovzhodu Slovenije kaže tudi indeks mediteranskosti padavin (Koppany in Unger 1992), ki primerja viška padavin pri zmernem sredozemskem in zmernem celinskem padavinskem režimu. Indeksi so se za večino postaj v vzhodnem delu Slovenije v obdobju 1991–2020 v primerjavi z obdobjem 1961–1990 pomaknili v smeri pozitivnih vrednosti oziroma so postali pozitivni. Pozitivne vrednosti odsevajo sredozemske poteze padavinskega režima. Zaradi tega se v zadnjem času tudi meja med zmer-

nim sredozemskim in zmernim celinskim režimom postopoma pomika iz osrednje Slovenije proti severovzhodu države. Po podatkih za obdobje 1961–1990 je potekala od Solčavskega prek Ljubljane in Suhe krajine do Gorjancev (Ogrin D. 1996), v obdobju 1991–2020 pa se je pomaknila približno na črto Peca–Celjska kotlina–Boč–Haloze.

Za predele Slovenije z zmernim celinskim podnebjem, posebej na vzhodu in severovzhodu, je za zadnja desetletja značilno, da so povprečne januarske temperature postale pozitivne, vendar so se še bolj kot zimske povečale poletne temperature, zaradi česar se je povečala povprečna letna temperaturna amplituda, ki presega 20 °C. Hkrati se zaradi povečevanja jesenskih in zmanjševanja poletnih in deloma tudi pomladnih padavin krepijo sredozemske poteze padavinskega režima. Ob nadaljevanju teh tendenc bo postajalo tudi zmerno celinsko podnebje vedno bolj toplo in suho, v jeseni pa toplo in vlažno. Višanje poletnih temperatur in zmanjševanje padavin spomladi in poleti (ko jih kljub poletnemu višku na vzhodu države pade količinsko razmeroma malo) utegne zaradi večje evapotranspiracije (ta se je v obdobju 1971–2012 spomladi in poleti povečevala s stopnjo 4 do 5 % na desetletje; Vertačnik in Bertalančič 2017, 100–109) povečati vodni stres in ogroženost zaradi suše. Poudariti pa velja, da so padavinski trendi za zdaj večinoma še neznačilni, da je variabilnost padavin pri nas zelo velika in da lahko že desetletje z drugačnimi trendi spremeni razmišljanja o bodočem podnebjem.

Slika 4: Koruza je kultura, ki zahteva v rastni dobi enakomerno razporeditev padavin, zato je na plitvih prsteh na prodnih in peščenih nanosih zelo občutljiva na sušo (foto: Darko Ogrin).



Preglednica 1: Odkloni temperature zraka (T , v °C) in višine padavin (P , v %) v obdobju 1991–2020 v primerjavi s povprečjem 1961–1990.

obalno zmerno sredozemsko podnebje – Portorož (2 m n. v.)																	
	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	pom.	pol.	jes.	zima	leto
T	1,5	1,0	1,3	1,3	1,1	1,7	1,4	1,7	0,5	0,3	1,4	1,2	1,2	1,6	0,7	1,2	1,2
P	-29	2	-23	-20	-7	-12	-14	-35	12	13	11	4	-17	-22	12	-8	-7
zaledno zmerno sredozemsko podnebje – Godnje pri Tomaju (320 m n. v.)																	
T	1,5	1,1	1,6	1,4	1,4	2,1	2,2	2,5	1,0	1,1	1,6	1,4	1,5	2,2	1,3	1,4	1,6
P	-18	7	-17	-16	-1	-14	1	-13	22	13	12	16	-11	-10	15	1	0,0
zmerno celinsko podnebje severovzhodne Slovenije – Murska Sobota (187 m n. v.)																	
T	2,2	1,2	1,3	1,4	1,1	1,6	1,6	1,9	0,4	0,9	1,3	1,1	1,3	1,7	0,8	1,5	1,3
P	-24	0,0	-14	-17	12	-3	-9	-9	30	11	-6	2	-5	-7	12	-6	-1
zmerno celinsko podnebje vzhodne Slovenije – Celje (244 m n. v.)																	
T	1,7	0,4	1,3	1,3	1,3	1,7	1,6	1,9	0,4	1,0	1,5	1,0	1,3	1,7	1,0	1,0	1,2
P	-16	5	-23	-13	0,0	-12	-6	-12	29	20	-1	1	-11	-10	16	-1	-2
zmerno celinsko podnebje jugovzhodne Slovenije – Črnomelj (157 m n. v.)																	
T	2,5	1,4	1,7	1,6	1,5	2,0	1,7	1,1	0,3	1,2	2,0	1,5	1,6	1,8	1,2	1,8	1,6
P	0,0	14	-19	-6	2	-16	-14	-18	18	22	-4	8	-7	-16	12	7	-1
zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije – Letališče Jožeta Pučnika Ljubljana (362 m n. v.)																	
T	1,3	0,8	1,5	1,4	1,3	2,0	1,5	1,7	0,1	0,6	1,2	0,8	1,4	1,7	0,7	1,0	1,2
P	-24	-3	-15	-18	-6	-16	-12	-1	14	15	-6	9	-13	-10	6	-5	-5
podnebje višjega gorskega sveta – Kredarica (2514 m n. v.)																	
T	0,9	0,6	1,1	1,4	1,2	1,8	1,3	1,6	-0,2	0,1	0,8	0,4	1,2	1,6	0,2	0,7	1,0
P	-23	-13	-10	-15	-10	-9	-1	-17	10	17	0,0	1	-12	-9	9	-10	-5
podnebje nižjega gorskega sveta – Rateče (864 m n. v.)																	
T	1,4	0,9	1,3	1,4	1,4	1,6	1,4	1,5	0,1	0,3	1,0	0,9	1,3	1,5	0,5	1,1	1,1
P	-20	0,0	-11	-19	-15	-4	8	1	15	38	9	18	-15	2	19	0,0	3
zelo vlažno podgorsko podnebje – Vojsko (1067 m n. v.)																	
T	1,5	1,1	1,2	1,5	1,5	2,5	1,8	2,0	0,3	0,5	1,5	1,1	1,5	1,9	0,8	1,2	1,4
P	-20	-7	-9	-24	-16	-17	-2	-12	11	-1	-3	4	-14	-10	2	-7	2
vlažno podgorsko podnebje – Lisca (947 m n. v.)																	
T	1,4	0,6	1,2	2,3	1,1	1,9	1,9	2,2	0,4	0,7	1,4	1,0	1,3	2,0	0,8	1,0	1,2
P	-9	7	-17	-16	0,0	-17	-10	-6	27	25	5	9	-10	-11	19	3	-1

V slovenskih pokrajinah z gorskim podnebjem je v obdobju 1991–2020 opazen, razen v jeseni, izrazit dvig temperature zraka v vseh letnih časih. Najbolj so se ogreli poletni meseci (od 1,3 do 1,8 °C), nekoliko manj pomladanski (1,1 do 1,4 °C). Zime na Kredarici (podnebje višjega gorskega sveta) so od obdobja 1961–1990 toplejše za 0,7 °C, v Ratečah (nižji gor-

ski svet) pa za 1,1 °C. Najmanj so se segrele jeseni, na Kredarici za 0,2 °C in v Ratečah za 0,5 °C. Povprečne letne temperature so v predelih Slovenije z gorskim podnebjem so v zadnjih treh dekadah v primerjavi z obdobjem 1961–1990 višje od 0,7 do dobre stopinje. Po letu 1991 se je na primer povprečna letna temperatura zraka na Kredarici in v Ratečah dvigovala s

stopnjo 0,3 °C na desetletje (Časovni potek odklonov v ... 2023).

Spreminjanje padavin ni tako izrazito kot spreminjanje temperature zraka. Opazna je tendenca naraščanja padavin v jeseni (Kredarica: 9 %, Rateče: 19 %) in zmanjševanja predvsem spomladi. Letna višina padavin ne kaže večjih sprememb. Manj padavin v

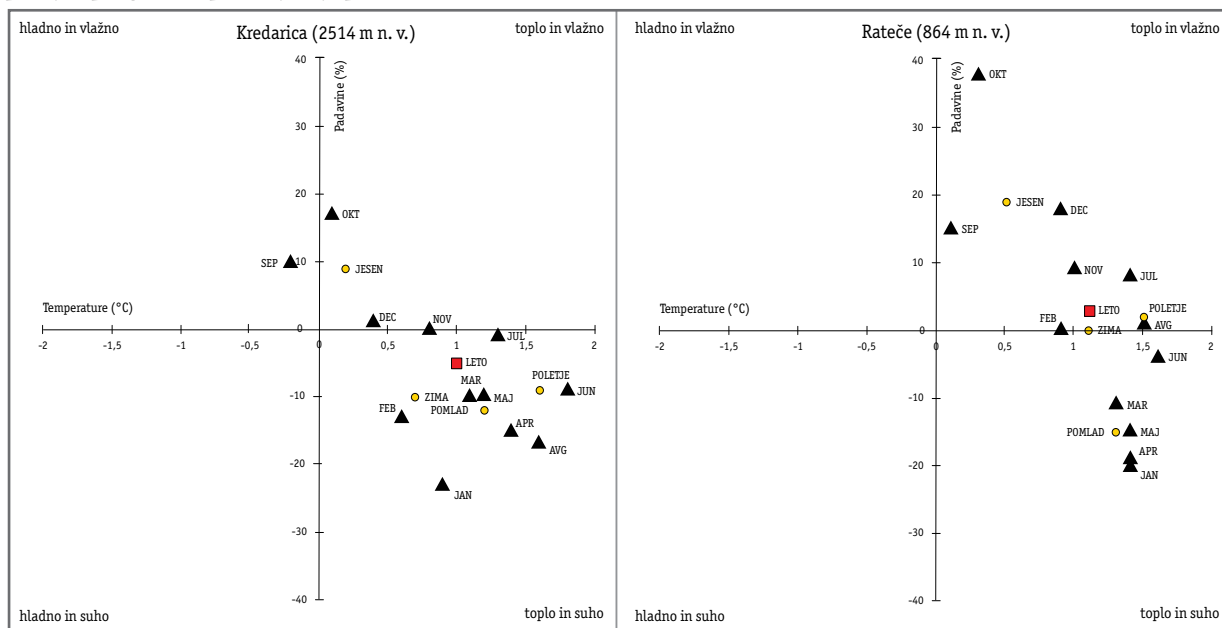
hladni polovici leta za gorski svet, tudi zaradi vse višjih temperatur, pomeni manj snežnih padavin in kratkotrajnejšo snežno odejo ter večanje težav v smučarskem turizmu. Po ugotovitvah Mateja Ogrina s sodelavci (2011) to velja predvsem za nižje predele gorskega sveta, medtem ko v višjih predelih, če sklepamo po podatkih za Kredarico (2514 m nadmorske višine), otoplitev na snežno odejo za zdaj nima večjega vpliva. V obdobju 1979–2008 se je število dni s snežno odejo v Ratečah (864 m nadmorske višine) zmanjšalo s trendom 12 dni/30 let. Še bolj izrazito je zmanjšanje števila dni z debelejšo snežno odejo. Število dni s snežno odejo nad 30 cm se je v Ratečah zmanjševalo s trendom 40 dni/30 let in na Planini pod Golico (970 m nadmorske višine) s trendom 31 dni/30 let. Kredarica ima rahel pozitiven trend (Ogrin s sodelavci 2011).

Zelo vlažna in vlažna različica podgorskega podnebja imata podobne tendence spreminjanja podnebnih razmer. Najbolj so se v obdobju 1991–2020 v primerjavi z 1961–1990 segrela poletja (Lisca za 2,0 °C; Vojsko za 1,9 °C) in pomladi, najmanj pa jeseni (preglednica 1). Povprečne letne temperature v zadnjih 30. letih so bile v povprečju za stopinjo do stopinjo in pol višje kot v predhodnem obdobju. Če izhajamo iz podatkov za Lisco, so se v zadnjih 30. letih jesenske padavine pri vlažni različici podgorskega podnebja bolj okrepile kot pri zelo vlažni različici, ki obsega višje, osrednje in bolj namočene predele alpsko-dinarske pregrade. Podobno ugotovitev lahko izpeljemo tudi pri primerjavi podnebja nižjega gorskega sveta s podnebjem višjega gorskega sveta. Pri obeh različicah podgorskega podnebja je opazno zmanjševanje ko-

ličine padavin pomladi in poleti, letna količina pa ostaja na podobni ravni kot v obdobju 1961–1990. Padavin-ski trendi statistično niso značilni.

Posledica dejstva, da postajata podnebji gorskega in podgorskega sveta vse toplejši je, da je v zadnjem obdobju v slovenskih hribih in gorah vse manj mrzlih dni (minimalna temperatura pod -10 °C), vse več pa je vročih dni (maksimalna temperatura nad 30 °C). Število mrzlih dni se zmanjšuje s trendom od 1 (Lisca) do 3 (Kredarica) dni na desetletje, število vročih dni, ki so bili v šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja v gorskih dolinah in na nižjih območjih gorskega sveta (na primer Rateče, Planina pod Golico, Zgornja Sorica) prava redkost, je v zadnjih letih poskočilo od 5 do 15 na leto (Časovni potek odklonov v obdobju 1950–2020/2023). Jeseni

Slika 5: Odklon temperature zraka (v °C) in padavin (v %) v obdobju 1991–2020 od povprečja obdobja 1961–1990 za Kredarico (podnebje višjega gorskega sveta) in Rateče (podnebje nižjega gorskega sveta). Slika odklonov za meteorološke postaje s podgorskim podnebjem je podobna.




postajajo bolj namočene, pomladi je padavin manj, poleti in pozimi spremembe ne kažejo enotne tendence. Posledica vse višjih zimskih temperatur je, da se območje s podnebjem nižjega gorskega sveta zmanjšuje na račun podgorskega podnebja, v primeru Mežiške in Mislinjske doline tudi na račun zmerne celinskega podnebja.

Sklep

Osnovna značilnost tendenc spreminjanja podnebja v zadnjih desetletjih v Sloveniji je, da podnebje v vseh podnebnih tipih postaja vse toplejše. Posebej intenzivno se ogrevajo poletja v nižje ležečih predelih. Manjše je ogrevanje predelov Slovenije, ki so pod večjim vplivom morja in visokogorja. Spreminjanje padavinskih razmer je manj očitno. Še najbolj izstopa kre-

pitev jesenskih padavin na račun padavin v topli polovici leta ter s tem krepitev in širitev jesenskega viška padavin proti vzhodu in severovzhodu države. Po podatkih za 1991–2020 se je območje s celinskimi potezami padavinskega režima skrčilo na ozemlje severovzhodno od črte Peca–Celjska kotlina–Boč–Haloze. Če strnemo: podnebje vseh podnebnih tipov v Sloveniji se spreminja v smeri toplejšega in nekoliko bolj suhega, le jeseni postajajo toplejše in bolj vlažne.

Aktualno spreminjanje podnebja se odraža tudi v spremembah prostorske slike podnebnih tipov. Čeprav podrobna analiza še ni bila narejena in za neposredno primerjavo tipizacije 1991–2020 s predhodnimi zaradi nekoliko spremenjenih kriterijev (ob enakih izhodiščih) in drugečnega na-

čina priprave vhodnih podatkov ter njihove prostorske resolucije in interpolacije obstajajo določeni metodološki zadržki, so opazni krepitev sredozemskih potez podnebja v zaledju Tržaškega zaliva, umik gorskega podnebja v višje lege in skrčenje najbolj izrazitih potez celinskega podnebja na severovzhod Slovenije. Ob širjenju oziroma krčenju posameznih tipov in podtipov podnebja ter izginotju nekaterih (podnebje nižjega gorskega sveta in vmesnih dolin v severni Sloveniji), je najbolj opazna sprememba vpeljava podgorskega tipa podnebja. Vpeljavo tega izrazito prehodnega tipa podnebja opravičujemo s povečanimi razlikami med vse toplejšimi in zaradi povečane evapotranspiracije tudi bolj sušnimi nižjimi predeli celinske Slovenije ter hladnejšimi in bolj vlažnimi hribovitimi. 

Viri in literatura

1. Arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO): Temperaturni in padavinski podatki za obdobje 1991–2020. Ustni vir R. Bertalančič. Ljubljana, 2021.
2. Bertalančič, R., Demšar, M., Dolinar, M., Dvoršek, D., Nadbath, M., Pavčič, B., Roethel-Kovač, M., Vertačnik, G., Vičar, Z. 2010: Spremenljivost podnebja v Sloveniji. Ljubljana.
3. Časovni potek odklonov v obdobju 1950–2020, 2023. Medmrežje: https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/statistike_1950_2020 (28. 8. 2023).
4. Dolinar, M., Vertačnik, G. 2010: Spremenljivost temperaturnih in padavinskih razmer v Sloveniji. Okolje se spreminja – Podnebna spremenljivost Slovenije in njen vpliv na vodno okolje. Ljubljana.
5. Koppány, G., Unger, J. 1992: Mediterranean Climatic Character in the Annual March of Precipitation. *Acta Climatologica* 24–26.
6. Ogrin, D. 1996: Podnebni tipi v Sloveniji. *Geografski vestnik* 68.
7. Ogrin, D. 2003: Spreminjanje temperature zraka in padavin po letnih časih v Ljubljani in Trstu v obdobju 1851–2002. *Dela* 20.
8. Ogrin, D. 2014: Tendence spreminjanja podnebja po 2. svetovni vojni na jugovzhodu Krasa. *Dela* 41.
9. Ogrin D. 2015: Long-term air temperature changes in Ljubljana (Slovenia) in comparison to Trieste (Italy) and Zagreb (Croatia). *Moravian Geographical Reports* 23–3.
10. Ogrin, D. 2009: Vremenska in podnebna raznolikost in spremenljivost. Aplikativna fizična geografija Slovenije. Ljubljana.
11. Ogrin, D., Repe, B., Svetlin, D., Štaut, L., Ogrin, M. 2023: Podnebna tipizacija Slovenije po podatkih za obdobje 1991–2020. *Dela* 57 (v tisku).
12. Ogrin, M., Ogrin, D., Rodman, N., Močnik, M., Smolej, A., Vengar, R., Bunčič, G. 2011: Climate change and the future of winter tourism in Slovenia. *Hrvatski geografski glasnik* 73–1.
13. Vertačnik, G., Bertalančič, R. 2017: Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011. 3. zvezek: Značilnosti podnebja v Sloveniji. Ljubljana.
14. Vertačnik, G., Dolinar, M., Bertalančič, R., Klančar, M., Dvoršek, D., Nadbath, M. 2013: Podnebna spremenljivost Slovenije, Glavne značilnosti gibanja temperature zraka v obdobju 1961–2011. Ljubljana.
15. Vertačnik, G., Vičar, Z., Bertalančič, R. 2016: Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011, 2. zvezek: Kontrola in homogenizacija podatkov. Ljubljana.
16. Žiberna, I. 2011: Trendi temperatur, višine padavin in vodne bilance v Mariboru v obdobju 1876–2010. *Revija za geografijo* 6–1.
17. Žust, A. 2016: Fenologija, priručnik za fenološka opazovanja. Ljubljana.