

## KOLIČINE PODZEMNE VODE V LETU 2023

### Groundwater quantity in year 2023

Urška Pavlič

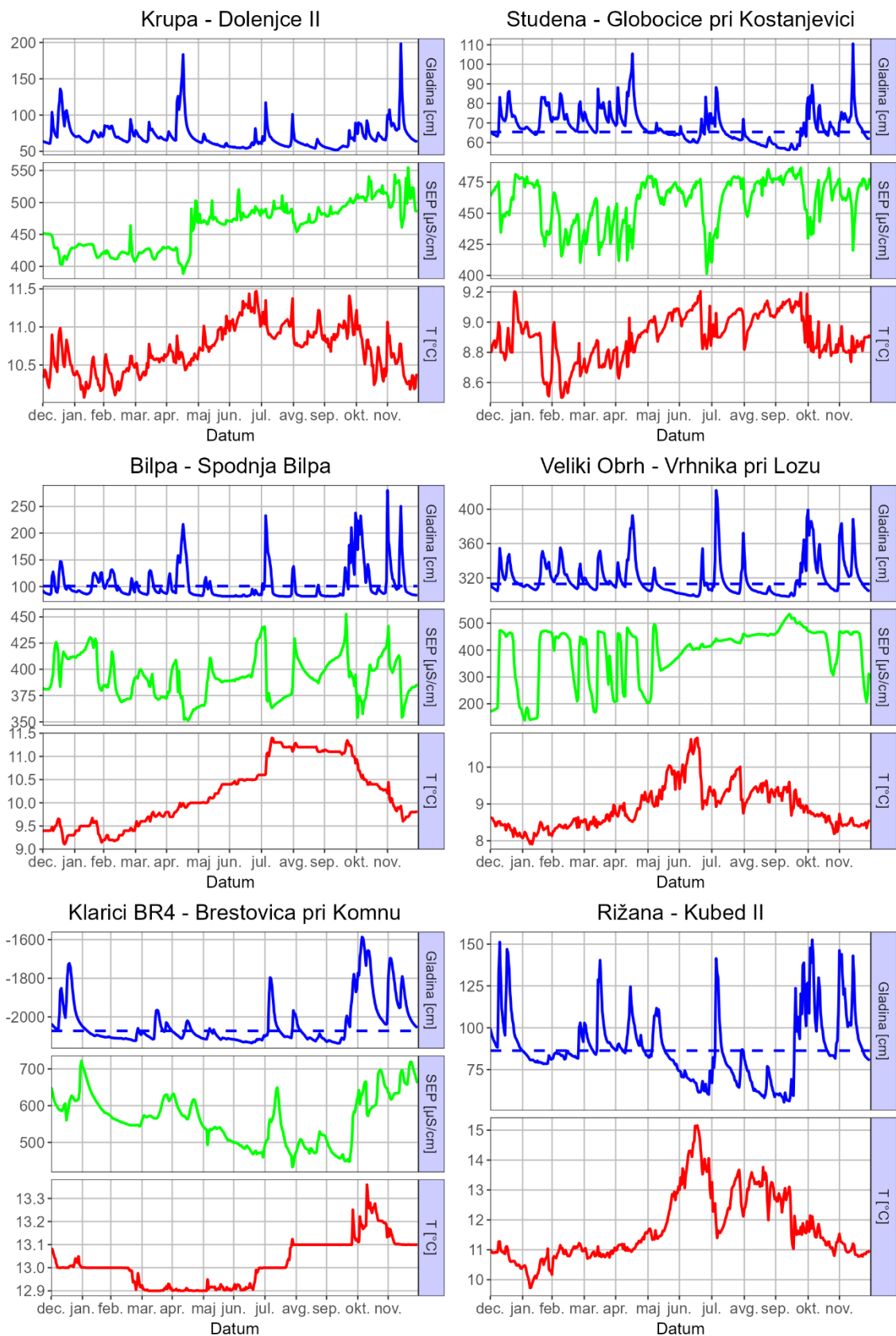
**Z**a leto 2023 je bilo značilno ugodno količinsko stanje podzemne vode. Povprečne letne gladine podzemne vode so bile v večini medzrnskih vodonosnikov višje od običajnih. Izjema so bili vodonosniki Vipave in Ajdovščine, Sorškega polja, prodnega zasipa Kamniške Bistrice ter manjša območja vodonosnikov v severovzhodni Sloveniji, kjer se je povprečna letna gladina podzemne vode v letu 2023 uvrstila v območje običajnih povprečnih letnih višin referenčnega obdobja meritev 1991–2020. Nizkih količin podzemne vode v medzrnskih vodonosnikih nismo beležili. Najvišje gladine podzemne vode smo beležili mesecu avgustu, ko so večji del države prizadele izjemne poplave. V tem času smo na več kot polovici samodejnih hidroloških merilnih postaj podzemnih voda s pričetkom izvajanja meritev pred letom 2000 izmerili novo maksimalno avgustovsko vodno gladino, gladine podzemne vode so se v tem mesecu ponekod v plitvih vodonosnikih Pomurja in Savinjske kotline dvignile do površine terena. Ugodno količinsko stanje je leta 2023, podobno kot v medzrnskih, prevladovalo tudi v kraško razpoklinskih vodonosnikih. Kraški izviri so se zaradi nadpovprečnega obnavljanja z infiltracijo padavin in dobre namočenosti tal hitro in intenzivno odzivali na napajanje iz prispevnih kraških zaledij. Pretoki izvirov so bili večino leta 2023 veliki v primerjavi z referenčnimi obdobjnimi vrednostmi. Viški pretokov so bili na območju kraških izvirov Kamniško Savinjskih Alp, Karavank, Suhe krajine in Notranjske doseženi avgusta, na območju Julijskih Alp, jugovzhodne Dolenjske in Bele krajine v zadnjem tromesečju leta (slika 1), v slovenski Istri in na Krasu pa so bili znatni viški vodnih količin poleg omenjenih zabeleženi tudi v mesecu januarju. Na jugozahodu države je bil presežek povprečnih letnih pretokov kraških izvirov v letu 2023 manjši kot v ostalem kraškem delu države zaradi manjšega presežka letnega napajanja podzemne vode z infiltracijo padavin tega območja.



Slika 1. Izvir Bohinjske Bistrice 3. novembra 2023; Foto: K. Kroflič  
Figure 1. Bohinj Bistrica spring on 3 November 2023; Photo: K. Kroflič

Napajanje vodonosnikov je bilo v večjem delu države leta 2023 večje od običajnega. Najbolj intenzivno so se napajali kraški vodonosniki na območju Karavank in vzhodnega dela Kamniško Savinjskih Alp, kjer je letni presežek padavin presegal dve petini običajnih letnih količin. K temu so v večji meri pripevale izjemne padavine med 3. in 5. avgustom, ko smo se marsikje po državi soočali z najhujšimi in najbolj razširjenimi poplavami v zgodovini izvajanja meritev. Najmanjše količine napajanja so na letni ravni prejeli vodonosniki na jugozahodu države, kjer je presežek letnih padavin znašal med eno desetino in eno petino referenčnih dolgoletnih vrednosti. V visokogorju je pozimi leta 2023 padla običajna količina snežnih padavin (slika 3).

Pretoki kraških izvirov so bili letu 2023 večji od dolgoletnih referenčnih vrednosti. Količinsko je od povprečja najbolj odstopalo kraško visokogorje Kamniško Savinjskih Alp in Karavank, najmanj pa jugozahod države (izvir Rižane). Časovna dinamika nihanja hidroloških parametrov kraških izvirov je bila leta 2023 odraz regionalnih in podnebnih značilnosti v prispevnih kraških zaledjih ter razsežnosti posameznih vodonosnikov. Na območju Dinarskega krasa je vse do meseca junija prevladovalo ugodno količinsko stanje podzemne vode, ko so bile višine vodnih gladin višje od dolgoletnega povprečja (slika 2). V večjem delu Dolenjske je bilo v tem obdobju največje povečanje izdatnosti kraških izvirov v mesecu maju, medtem ko je bil višek izdatnosti na območju jugozahoda države zabeležen januarja. Sledilo je obdobje do sredine oktobra, ko se je počasni bazni pretok vode iz kraških vodonosnikov pričakovano postopoma zniževal, trend zniževanja pa je bil mestoma julija, povsod po državi pa meseca avgusta prekinjen z znatnim in hitrim povečanjem pretokov kraških izvirov zaradi izjemnih poletnih padavin. Julija smo se marsikje na vzhodu države soočali s hudourniški poplavami, avgusta pa z izjemnimi, mestoma ekstremnimi poplavami večjega obsega. Od sredine oktobra do konca leta 2023 so se kraški vodonosniki ponovno izraziteje polnili z vodo. V tem času so bili pretoki kraških izvirov povsod po državi večino časa večji od povprečnih. Na več kraških izvirih na vzhodu Dolenjske in Bele krajine je bil v prvi polovici decembra zabeležen letni maksimum vodnatosti. Zaradi specifičnega režima iztoka podzemne vode na območju visokogorja, ki je povezan predvsem z odlaganjem snega v prispevnih zaledjih vodnih virov, smo na območju izvirov Kamniških Alp največje izdatnosti izvira Kamniške Bistrice, poleg izrazitih poletnih in jesenskih viškov, beležili tudi v mesecu maju, ko se je v visokogorju talil sneg. Najnižje izdatnosti kraških izvirov smo za razliko od območja Dinarskega krasa na območju Alp beležili v februarju oziroma marcu, ko so nizke temperature zraka preprečevale odtok snežnih padavin v vodonosnike. Vpliv taljenja snega smo na teh merilnih postajah posredno beležili tudi s parametrom električne prevodnosti vode (SEP), mestoma pa tudi temperature (T) vode. Na območju izvirov Alpskega krasa je bil tako zabeležen nižek vrednosti SEP in T ob koncu pomladi oziroma začetku poletja. V vodonosnikih Dinarskega krasa je parameter SEP v letu 2023 nihal v odvisnosti od padavinskih dogodkov v prispevnem zaledju, trend nihanja temperature vode pa je sledil trendu nihanja temperature zraka z najnižjimi vrednostmi v zimskih, najvišjimi pa v poletnih mesecih leta. Izjema je bilo območje Krasa, kjer so hidrološke meritve odražale napajanje vodonosnika iz reke Soče v času nizkih vodnih razmer. Najnižje vrednosti SEP na tem merilnem mestu smo tako beležili konec avgusta po nastopu izjemnih avgustovskih padavin, ko je bil delež vode iz reke Soče, za katero je značilna nižja vrednost SEP, največji (slika 2).



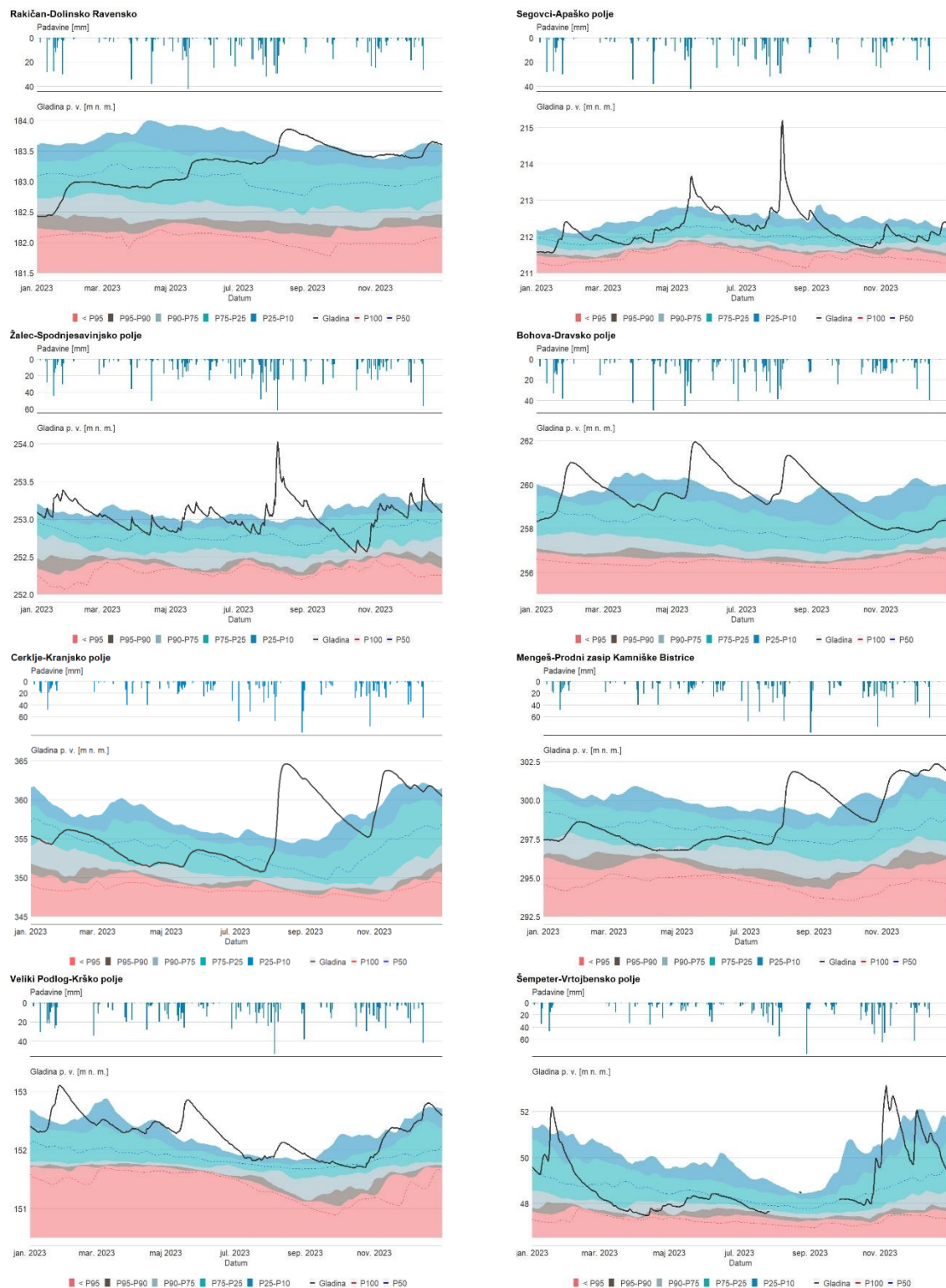
Slika 2. Nihanje vodne gladine (modro), temperature (rdeče) in specifične električne prevodnosti (zeleno) na izbranih merilnih mestih količinskega stanja kraških vodonosnikov v letu 2023

Figure 2. Water level (blue), temperature (red) and specific electric conductivity (green) oscillation on selected measuring stations of quantitative status in karstic aquifers in year 2023



Slika 3. Izvir Zelenci 4. februarja 2023; Foto: U. Pavlič  
Figure 3. Zelenci spring on 4 February 2023; Photo: U. Pavlič

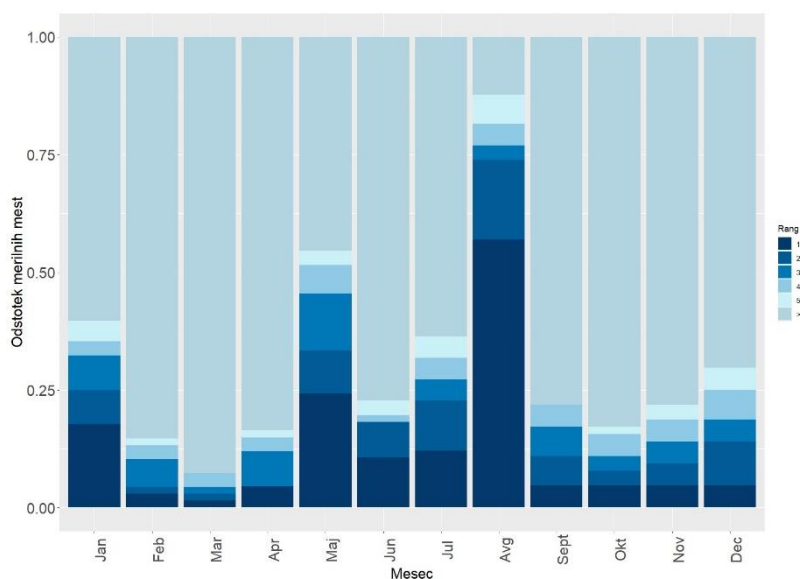
V večini aluvialnih vodonosnikov po državi so bile povprečne letne gladine podzemne vode leta 2023 višje od referenčnih vrednosti obdobja 1991–2020. Nizkih povprečnih letnih gladin v teh vodonosnikih nismo beležili. Visoke gladine podzemne vode, ki jih definiramo s kazalnikom višine gladin višjih od 25. percentila referenčnega obdobja meritev, so prevladovala v vodonosnikih Kranjskega, Ljubljanskega, Vodiškega in Braslovškega polja, na območju Krške kotline, v večjem delu vodonosnikov Savinjske in Dravske kotline ter v delu Vrbanskega platoja. V ostalih medzrnskih vodonosnikih so leta 2023 povprečne letne višine gladin sovpadale z običajnim vodnim stanjem, definiranim z razponom med 25. in 75. percentilom obdobnih referenčnih meritev (slika 7). Tudi mesečni pregled višin gladin podzemne vode kaže, da smo na večini merilnih postaj v letu 2023 beležili ugodne razmere vodnih količin v primerjavi z istim mesecem primerjalnega obdobja (slika 6). Bolj kot prva je bila ugodna druga polovica leta. Gladine podzemne vode v globljih vodonosnikih Ljubljanske, Dravske in Krške kotline so bile pretežno del leta 2023 višje od značilnih sezonskih višin referenčnega obdobja meritev. Večjo izjemo so predstavljali deli Kranjskega in Sorškega polja ter prodnega zasipa Kamniške Bistrice, kjer smo v prvi polovici leta občasno še beležili gladine nižje od običajnih za ta letni čas zaradi postopnega in dolgotrajnega obnavljanja vodonosnikov po izraziti - mestoma ekstremni suši podzemne vode iz leta 2022, ki je najizraziteje prizadela ravno ta del države. Zaradi nadpovprečnega napajanja s prenicanjem padavin so se tudi ti vodonosniki v drugi polovici koledarskega leta znatno napolnili z vodo. Nadpovprečno visoke višine gladin smo tekom večine leta spremljali še na območju Savinjske in Murske kotline, izrazit letni višek je bil v teh vodonosnikih zabeležen nekaj dni po obsežni avgustovski ujmi. V plitvih vodonosnikih Vipave in Ajdovščine ter mestoma na Apaškem polju so bile gladine podzemne vode v začetku pomladi nizke, poleti in v začetku jeseni običajno visoke, ob koncu leta pa nadpovprečno visoke za primerljiv letni čas.



Slika 4. Srednje dnevne gladine podzemnih voda (m.n.v.) v letu 2023 v primerjavi z značilnimi percentilnimi vrednostmi gladin primerjalnega obdobja 1991–2020, zglajenimi s 7 dnevni drsečim povprečjem in dnevno vsoto padavin območja vodonosnika; Več na: <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/watercycle/diagrams/varstat/>

Figure 4. Daily mean groundwater level (m a.s.l.) in year 2023 in relation to percentile values for the comparative period 1991–2020, smoothed with 7 days moving average and daily precipitation amount in the aquifer area; More information: <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/watercycle/diagrams/varstat/>

Analiza meritev gladin podzemne vode na samodejnih merilnih postajah medzrnskih vodonosnikov z začetkom izvajanja meritev pred letom 2000 kaže, da smo avgusta 2023, ko smo se marsikje po državi soočali z največjo povodnjo do sedaj, na 58 % postaj (38 od 65) zabeležili nove najvišje avgustovske višine gladin podzemne vode od začetka izvajanja meritev dalje. Nove ekstremne avgustovske gladine so bile izmerjene v vodonosnikih Pomurja, Podravja, Savinjske in Ljubljanske kotline. Avgustu je s 24 % sledil maj, temu pa z 18 % mesec januar (slika 6). Tudi maja in aprila smo ekstremno visoke maksimalne višine mesečnih gladin večinoma beležili v vodonosnikih severovzhodne in osrednje Slovenije. V času izjemno visokih avgustovskih količin podzemne vode, se je vodna gladina na območju plitvih vodonosnikov Pomurja in Savinjske kotline, kjer se le-ta že sicer nahaja razmeroma blizu površja, mestoma zvišala do samega površja terena, mestoma pa se le-temu zelo približala. Podzemna voda se je avgusta dvignila do površja v Medlogu, Levcu in Žalcu v Spodnjesavinjski dolini in v Veščici na Murskem polju.

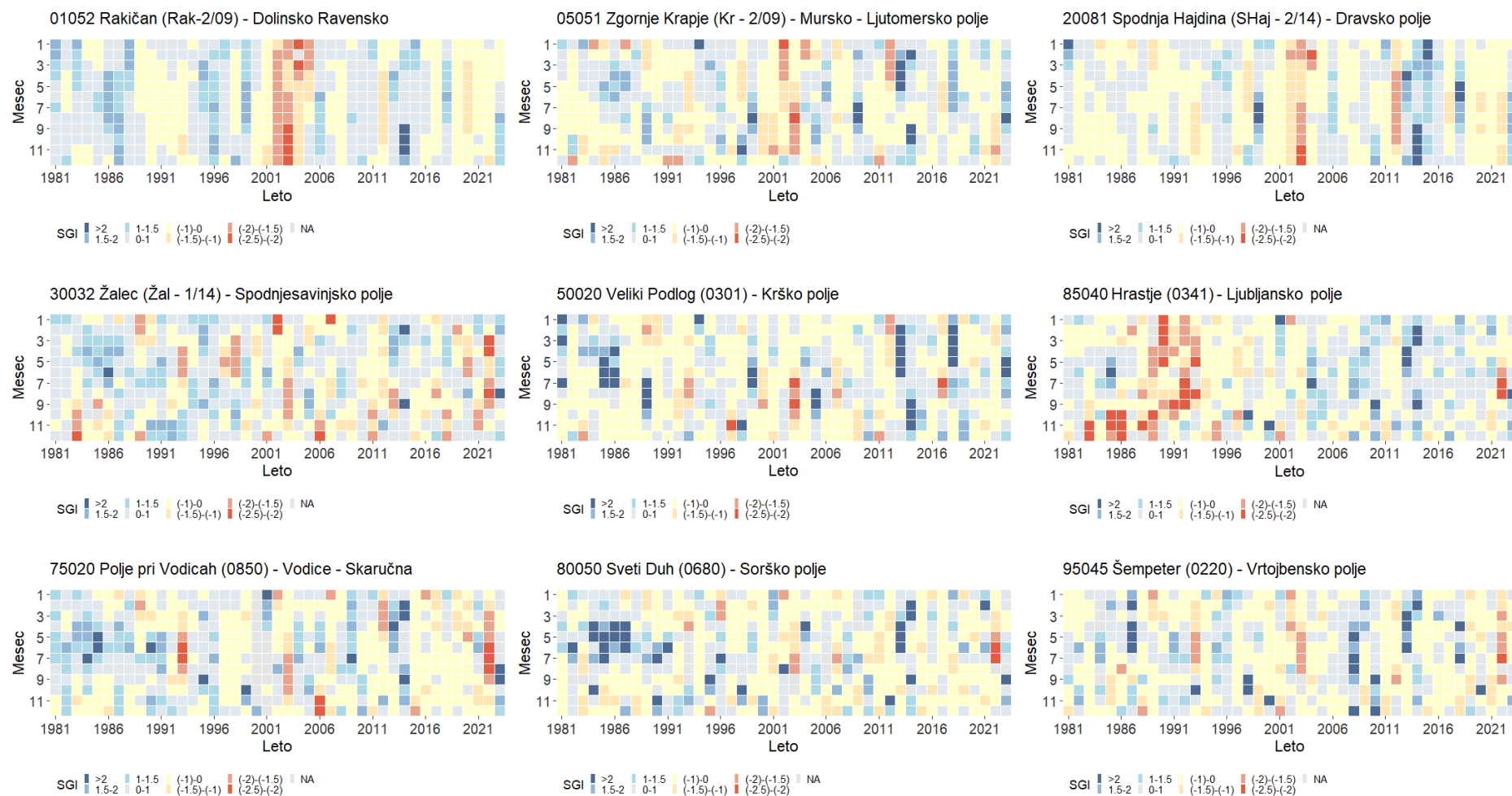


Slika 5. Delež samodejnih merilnih postaj s pričetkom delovanja pred letom 2000, na katerih smo v posameznem mesecu leta 2023 zabeležili pet najvišjih gladin podzemne vode (Rang) od začetka izvajanja meritev  
Figure 5. The percentage of automatic measuring stations with the start of observation before 2000 at which highest groundwater levels (Rang) were recorded in singular month of the year 2023 in the long-term measuring period

## SUMMARY

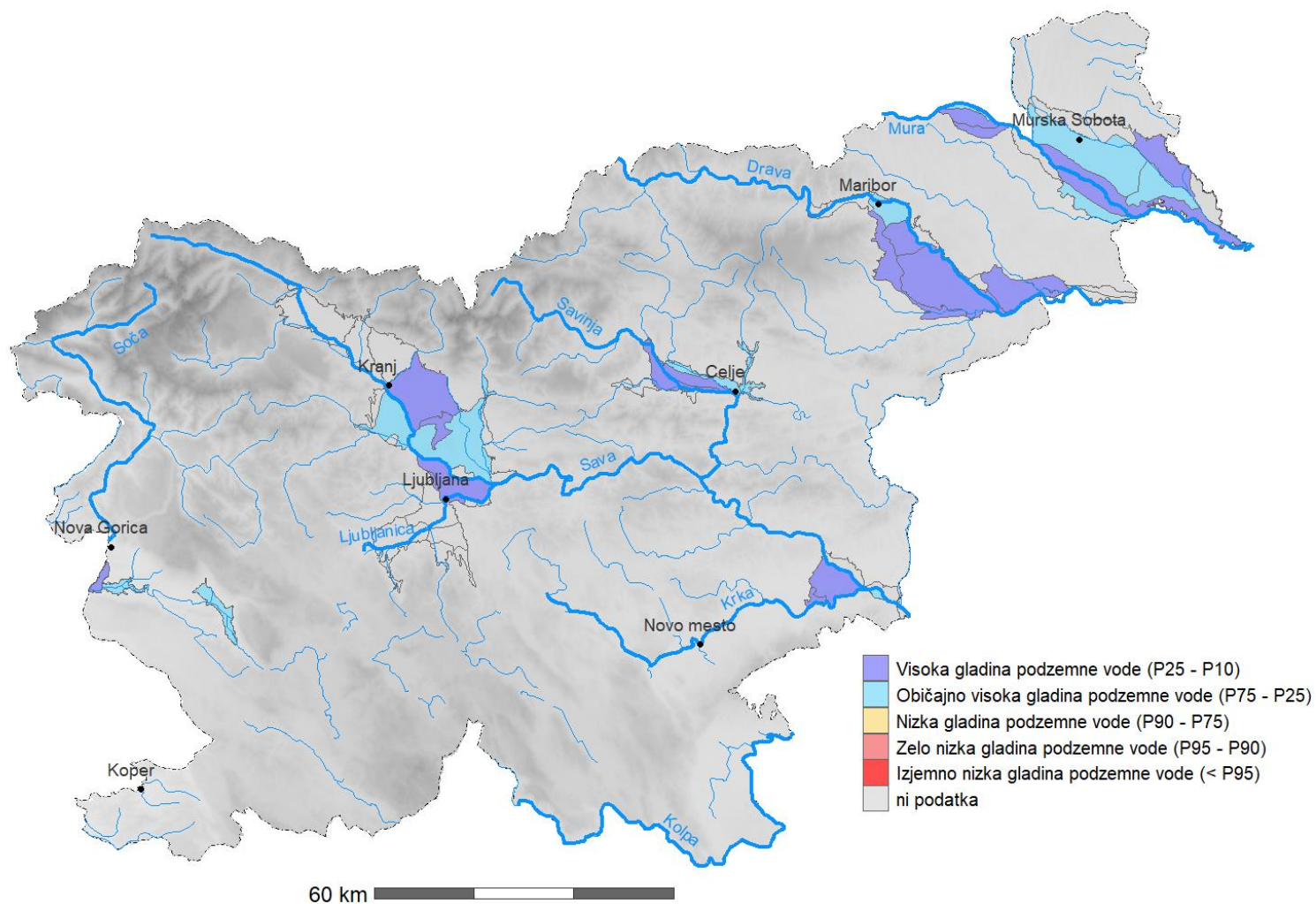
High groundwater quantitative levels prevailed in alluvial aquifers in year 2023 compared to long-term reference measurements. Higher average annual groundwater levels than normal predominated in Kranjsko, Vodiško and Ljubljansko polje and in Krško and Savinja basins. Normal groundwater quantities predominated in aquifers of Vipava and Ajdovščina, Sorško polje, gravel deposit of Kamniška Bistrica river and in smaller aquifer areas in NE of Slovenia (Figure 7). In August, where parts of the country was affected by exceptional floods, new highest August groundwater level was measured on more than half of automatic stations which started to operate before year 2000 (Figure 6).

Favorable quantitative status prevailed in karstic aquifers as well in year 2023. Discharges of karst springs were above average compared to reference values most time of the year (Figure 2). In SW of the country, the excess of the average annual flow compared to the reference values was the smallest, as the annual groundwater recharge was lower there than in other karst areas in the country.



Slika 6. Indeks SGI, standardiziran odklon povprečne mesečne gladine podzemne vode od dolgoletnega povprečja v obdobju 1981–2023. Več na: <https://www.meteo.si/met/sl/watercycle/diagrams/sgi/>

Figure 6. SGI index, standardized deviation of the average monthly groundwater level from the long-term average in the period 1981–2023. More information: <https://www.meteo.si/met/sl/watercycle/diagrams/sgi/>



Slika 7. Povprečne gladine podzemne vode v letu 2023 v večjih medzrnskih vodonosnikih v primerjavi z značilnimi percentilnimi vrednostmi obdobja 1991–2020  
 Figure 7. Average groundwater levels in year 2023 in important alluvial aquifers compared with characteristic longterm percentile values in period 1991–2020