



VPLIV DRUŽBE NA KOLIČINSKO STANJE PODZEMNE VODE V SLOVENIJI

dr. PETER FRANTAR¹, dr. MIŠO ANDJELOV², dr. URŠKA PAVLIČ³,
dr. PETRA SOUVENT⁴, DEJAN ŠRAM⁵, mag. FLORJANA ULAGA⁶

Povzetek

Podzemna voda je glavni vir pitne vode v Sloveniji. Količinsko stanje podzemnih voda je večinoma dobro, na vire podzemne vode pa ima družba vse večji vpliv. Vplivi antropogenih dejavnosti v pokrajini se tako odražajo posredno ali neposredno tudi na podzemni vodi.

V članku obravnavamo glavne vplive družbe na količinsko stanje podzemne vode v Sloveniji. Osnova analize vpliva je ocena naravnega stanja količin podzemne vode na podlagi modela vodne bilance mGROWA, analize gladin podzemne vode ali vodostajev in pretokov izvirov oz. vodotokov. Prikazan je pregled rabe podzemne vode po vodnih telesih, opredeljen delež rabe razpoložljivih vodnih virov in ocenjeni vplivi družbe na količine vode v Sloveniji na izbranih primerih.

Ključne besede: hidromorfologija, odvzemi podzemne vode, pitna voda, podnebne spremembe, podzemna voda, raba prostora, vplivi družbe na vode.

Abstract

Groundwater is the main source of drinking water in Slovenia. The quantitative status of groundwater is mainly good despite the fact that the society has an increasing influence on groundwater resources. The impacts of anthropogenic activities on land are thus reflected indirectly or directly also on the groundwater. The article discusses the main influences of society on the quantitative state of underground water in Slovenia. The basis of the impact analysis is the assessment of the natural state of groundwater quantities of the mGROWA water balance model results, the analysis of groundwater levels, surface water levels, spring or stream discharges. An overview of the use of groundwater by water bodies is presented,

- 1 Dr. Peter Frantar, univ. dipl. geog., Agencija Republike Slovenije za okolje
- 2 Dr. Mišo Andjelov, univ. dipl. inž. geol., Agencija Republike Slovenije za okolje
- 3 Dr. Urška Pavlič, univ. dipl. inž. geol., Agencija Republike Slovenije za okolje
- 4 Dr. Petra Souvent, univ. dipl. inž. geol., Agencija Republike Slovenije za okolje
- 5 Dejan Šram, univ. dipl. inž. geol., Agencija Republike Slovenije za okolje
- 6 Mag. Florjana Ulaga, univ. dipl. geog., Agencija Republike Slovenije za okolje



the use of available water resources is defined and the estimated impact of society on the amount of water in Slovenia in selected cases is presented.

Keywords: climate change, drinking water, groundwater, groundwater abstracts, hydro-morphology, society impact on waterspatial planning.

1. UVOD

Podzemna voda predstavlja največjo zalogo sladke vode na svetu (brez ledenikov) in nad 75 % vse pitne vode v Evropi (EK, 2008). Je tudi najpomembnejši vir pitne vode v Sloveniji, iz katerega pridobimo kar 98 % pitne vode (Slika 1). V Sloveniji načrpamo za pitno vodo skoraj 170 milijonov m³ vode, to pomeni 80 m³ na prebivalca letno ali 220 litrov na dan (SURs, 2022).

Podzemna voda je voda pod površjem Zemlje, v porah, razpokah in kraških kanalih kot tudi voda v nezasičeni in zasičeni coni ne glede na njeno agregatno stanje (Brands et al., 2016). Gibanje podzemne vode je razmeroma počasno, viri podzemne vode so v primerjavi s površinskimi vodami stabilnejši in dolgotrajnejši, zato ima podzemna voda ključno vlogo tako pri preskrbi z vodo kot pri blaženju sušnih razmer.

Razlike v poseljenosti in družbenih dejavnostih (npr. industrija, kmetijstvo, turizem) v kombinaciji z naravno variabilnostjo podzemne vode v vodnem krogu ter porazdelitvijo vodnih količin marsikje privedejo do sprememb obnovljivih količin podzemne vode, ne nazadnje tudi do problemov pri dostopu do razpoložljivih količin podzemne vode (npr. sezonske suše, preveč porabnikov).

Geografska razporeditev količin podzemne vode v Sloveniji je najbolj odvisna od količine padavin in kamninske zgradbe (Uhan et al., 2003; Andjelov et al., 2016; Frantar et al., 2017; Frantar et al., 2018; Frantar ur., 2008 in drugi). V Sloveniji imamo tretjino ozemlja z geološko zgradbo, kjer imamo kamnine z manjšo izdatnostjo in slabšo poroznostjo, približno petina Slovenije ima dobro prepustne sedimentne kamnine z medzrnskimi (aluvialnimi) vodonosniki, dobri dve petini pa predstavljajo kraški in razpoklinski vodonosniki (Uhan et al., 2003 po Prestor et al., 2002).

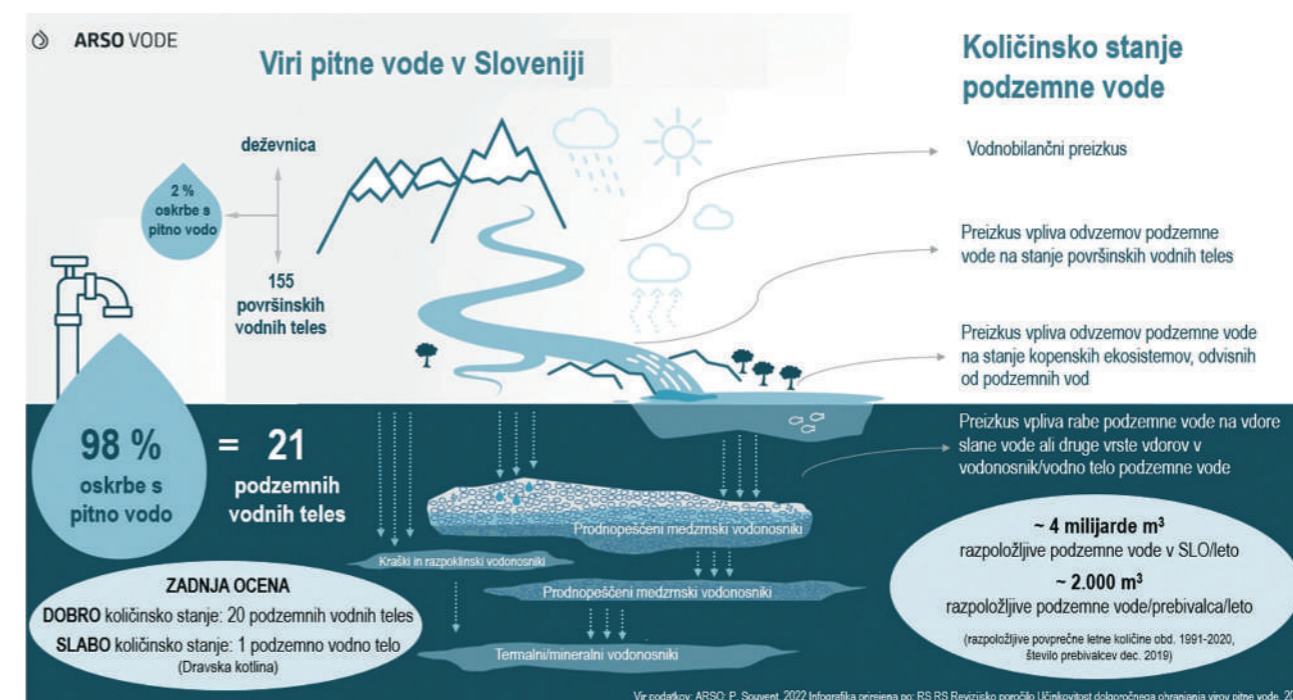
2. PODZEMNA VODA V SLOVENIJI

Ocena obnovljivih in razpoložljivih količin podzemne vode v Sloveniji je izdelana na podlagi smernic Vodne direktive (2000) z glavnim ciljem zagotavljanja vzdržnega sistema rabe podzemne vode, ki ne vpliva na poslabšanje količinskega stanja vodnega telesa. Na kratko, količina odvzema ne sme presegati razpoložljivih količin podzemne vode (Andjelov et al., 2021). Delež napajanja podzemnih voda je ocenjen z državnim vodnobilančnim modelom mGROWA

(Frantar et al., 2018). Ocena povprečnega letnega napajanja kaže, da je bilo to v obdobju od leta 1991 do 2020 187,6 m³/s, od tega večina (130 m³/s) na kraških vodonosnikih, na razpoklinskih 34 m³/s in medzrnskih dobrih 17 m³/s. Najmanjše količine napajanja podzemne vode so v štirih telesih z mešano poroznostjo (6,3 m³/s) (Andjelov et al., 2021).

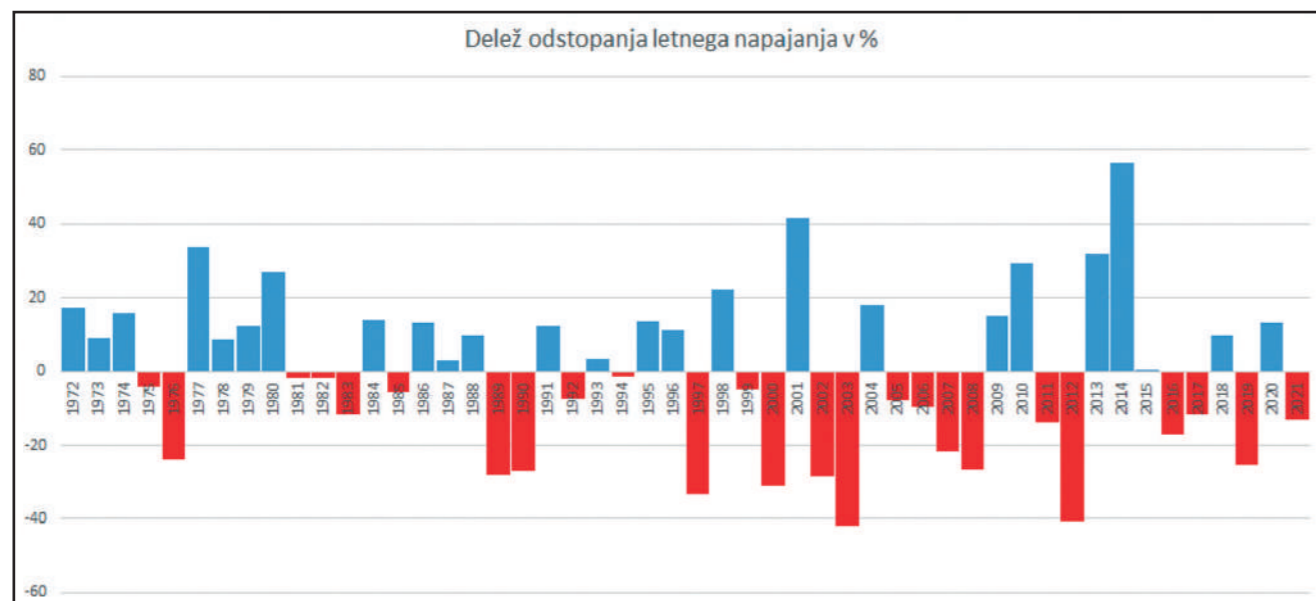
V povprečju imamo v Sloveniji letno 4 milijarde m³ razpoložljivih količin podzemne vode, kar pomeni 2000 m³ na prebivalca. Raba podzemne vode v Sloveniji je v obdobju od leta 2014 do 2019 ocenjena na dobrih 189 milijonov m³, od tega je 54 milijonov odvzetih na izviri in 135 milijonov m³ prek črpanj.

Hiter pregled kaže, da je v povprečju porabljene manj kot 5 % razpoložljive količine podzemne vode. Moramo pa opozoriti, da količine napajanja v Sloveniji niso enakomerno razporejene. Pri tem gre za velike regionalne razlike kot tudi za razlike v sezonski razpoložljivosti vodnih virov (Sliki 2 in 3). Splošna slika povprečnega napajanja in razpoložljivih količin je torej lahko tudi zavajajoča, saj v času suš in pomanjkanja vode ne odraža realnega stanja na terenu oz. v naravi.



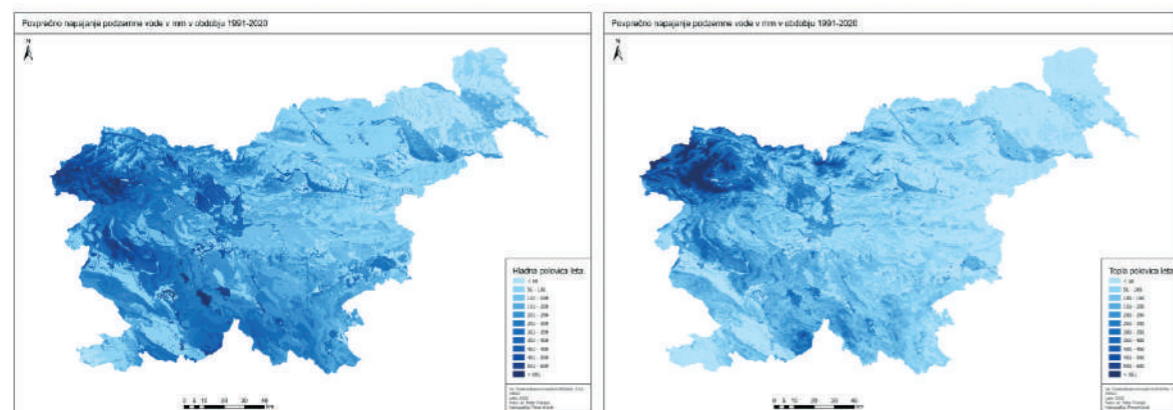
Slika 1: Viri pitne vode in količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji.

Vir: ARSO, 2022.



Slika 2: Letno odstopanje napajanja podzemne vode kaže na velika medletna odstopanja.

Vir: ARSO, 2022.



Slika 3: Povprečno napajanje podzemne vode, izračunano z modelom mGROWA, v hladni in topli polovici leta kaže, da imamo predvsem v južni polovici države glavnino napajanja vodonosnikov v hladni polovici leta.

Vir: ARSO, 2022.

3. VPLIVI DRUŽBE NA PODZEMNE VODE

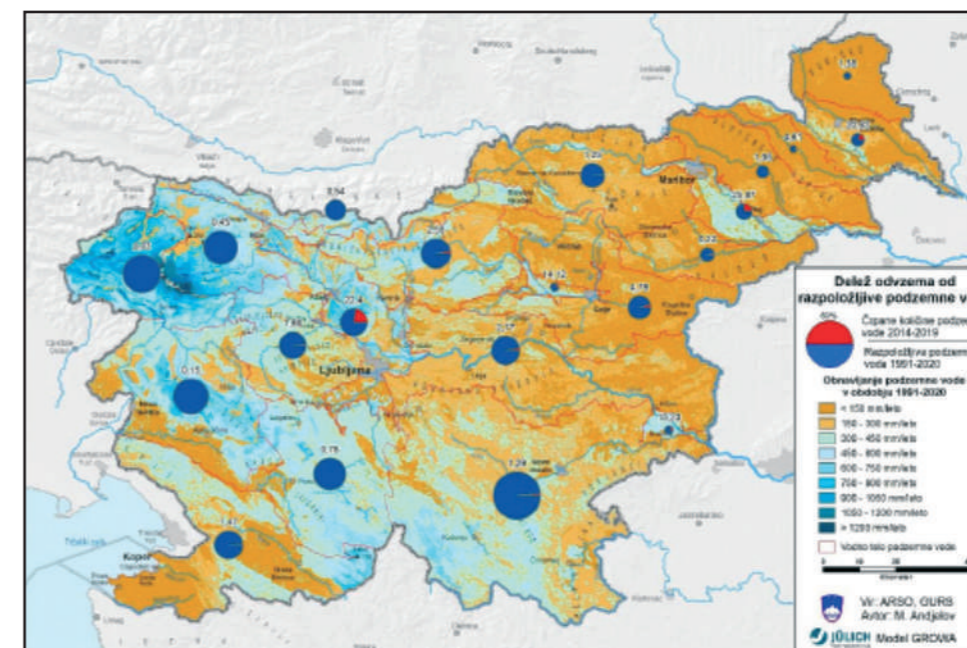
Skozi zgodovino je družba na podzemno vodo vplivala na različne načine. Vplivi družbe na okolje in s tem tudi na podzemno vodo so bili v preteklosti zanemarljivo majhni, z razvojem te in s tehnološkim razvojem pa so se vplivi povečevali ter postajajo vse pomembnejši dejavnik (Plut, 2003; Frantar, 2011). Neposredni vplivi v preteklosti so bili povezani predvsem z rabo pitne vode na izviri ali arteških studencih, sledilo je kopanje vodnjakov v plitvih vodonosnikih. V stoletjih se je tehnologija razvijala in nadgrajevala, tudi z razvojem vodovodnih sistemov,

tako da imamo danes odvzeme pomembnih količin podzemne vode na izviri ali prek vrtin. Črpanje vode je postalo stalnica. V času demografskega porasta se je v 20. in 21. stoletju povečala raba vode, ki je v marsikaterem predelu sveta prinesla tudi velike količine odvzema ter povzročila tudi t. i. vodni stres v samih vodonosnikih (Brands et al., 2016). Črpanje iz vodonosnikov je marsikje po svetu preseglo naravno obnovljive količine podzemne vode.

Vpliv družbe na količine podzemne vode lahko delimo na neposredne in posredne. Neposredno so to sami odvzemi vode bodisi na izviri bodisi na vodnjakih oz. danes prek črpalnih vrtin. Posrednih vplivov je veliko več, so pa družbeno manj zaznani (nevidni) ali prepoznani, saj gre za posreden poseg v vode. Ti vplivi so najbolj povezani z infiltracijo padavin, vplivom na kontakt, interakcijo površinske in podzemne vode ter s spremembami toka podzemne vode.

4. PRIMERI NEPOSREDNIH VPLIVOV RABE VODE V SLOVENIJI

Odvzemi podzemne vode po vodnih telesih v primerjavi z razpoložljivimi količinami so na letni ravni razmeroma majhni. Deleži rabe razpoložljivih količin so v Sloveniji od manj kot 1 do 26 %. Največji deleži so na območju gostejših poselitev, predvsem na območju aluvialnih vodonosnikov (npr. Ljubljansko polje, Dravska kotlina, Murska kotlina). Ti deleži pa so včasih lahko podcenjeni, kar je vidno zlasti na Primorskem, kjer je združenih več manjših vodonosnih sistemov v enotno vodno telo Obala in Kras z Brkini (Slika 4).



Slika 4: Razmerja med razpoložljivo količino podzemne vode (1991–2020) in črpanimi količinami podzemne vode (2014–2019).

Vir: Andjelov et al., 2021.

Kot primer vpliva rabe podzemne vode izpostavljamo primer **slabega količinskega stanja na vodno telo Dravska kotlina** (Andjelov et al., 2020). Konceptualno se na območju vodnega



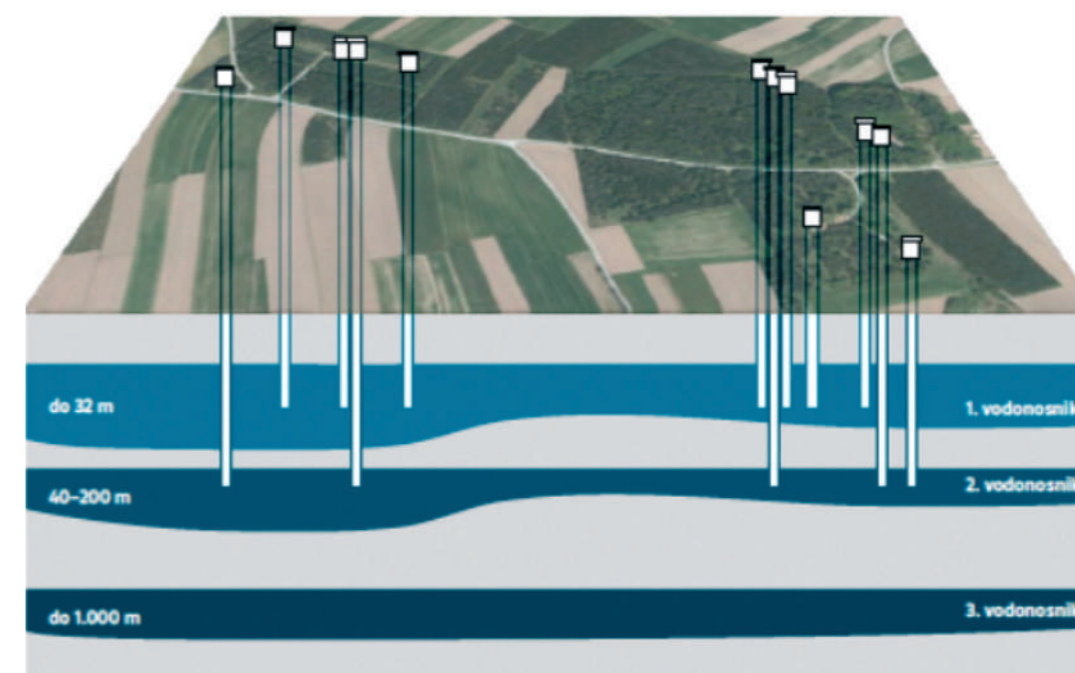
telesa Dravska kotlina po globini nahajajo trije glavni vodonosniki. Zgoraj je najmlajši odprt medzrnski vodonosnik kvartarne starosti s povprečno debelino dobrih 30 metrov. Drugi, medzrnski vodonosnik je pliocenske starosti debeline dobrih 40 metrov. Najgloblji vodonosnik je mešanega tipa poroznosti s starostjo od terciarja do paleozoika, povprečna debelina pa sega tudi več kot 200 metrov (Slika 5).

Napajanje zgornjega vodonosnika je prek padavin in ponikanja površinskih voda. Obnavlja se precej hitro, zaradi tega je tudi bolj ranljiv na onesnaženje, saj se vanj neposredno izpirajo snovi iz tal. Drugi vodonosnik nima neposrednih povezav s površinskimi vodami, po oceni pa naj bi bil na določenih mestih povezan s prvim vodonosnikom. Količinsko obnavljanje je veliko počasnejše. Pliocenski vodonosnik je manj ranljiv, saj ga slabše prepustne glinaste plasti varujejo pred neposrednim onesnaženjem. Z vidika kakovosti vode je torej bolj občutljiv prvi vodonosnik, z vidika količine vode pa drugi.

Območje Dravskega polja je regionalnega pomena za oskrbo s pitno vodo. Do leta 1997 je oskrba s pitno vodo potekala večinoma iz prvega, kvartarnega vodonosnika, po letu 1997 pa so na tem območju začeli izkoriščati podzemno vodo tudi iz globljega, drugega vodonosnika vodnega telesa Dravska kotlina. Razlog za začetek črpanja iz pliocenskega vodonosnika je bil predvsem v slabi kakovosti vode zgornjega vodonosnika, ki je bila onesnažena z nitrati. V sistemu oskrbe s pitno vodo se voda iz spodnjega vodonosnika meša z vodo iz zgornjega vodonosnika za zagotavljanje standardov kakovosti pitne vode (Klasinc et al., 2018). Sčasoma je koncentracija antropogenih onesnaževal v spodnjem pliocenskem vodonosniku vodnega telesa Dravska kotlina začela naraščati (Dobnikar Tehovnik et al., 2020), kar je vodilo v vključitev vodnega telesa v oceno količinskega stanja podzemne vode z vidika testa vdora druge vode slabše kakovosti v vodonosnik. Na ARSO smo skladno z Vodno direktivo že za NUV 2016-2021 izpostavili tveganje za nedoseganje dobrega stanja v globokem pliocenskem vodonosniku Dravskega polja (Andjelov et al., 2015), v okviru preizkusa vpliva odvzemov podzemne vode na pojav slanosti in drugih vdorov vode slabše kakovosti pa smo za obdobje od leta 2017 do 2019 ugotovili, da je prišlo zaradi vdora vode iz zgornjega, kvartarnega vodonosnika do poslabšanja stanja v spodnjem, pliocenskem vodonosniku na tem vodnem telesu. Količinsko stanje je zato ocenjeno kot SLABO (Andjelov et al., 2021), problematično stanje pa je bilo ugotovljeno tudi v poročilu Računskega sodišča RS (2019).

Glavni vzrok za slabo stanje vodnega telesa in neizpolnjevanje preizkusa je v preseganju naravnega ozadja vsebnosti nitrata v podzemni vodi ter v statistično značilnem trendu naraščanja indikativnih parametrov specifične električne prevodnosti vode in nitrata v podzemni vodi v pliocenskem vodonosniku na območju črpalnice Skorba. Način vdora vode slabše kakovosti iz zgornjega vodonosnika v spodnji, kljub številnim analizam, še ni z gotovostjo pojasnjen, razlog pa je nedvomno črpanje vode.

Globoki in plitvi vodnjaki v črpalnici Skorba ter vodonosniki, iz katerih črpajo vodo za oskrbo prebivalcev s pitno vodo



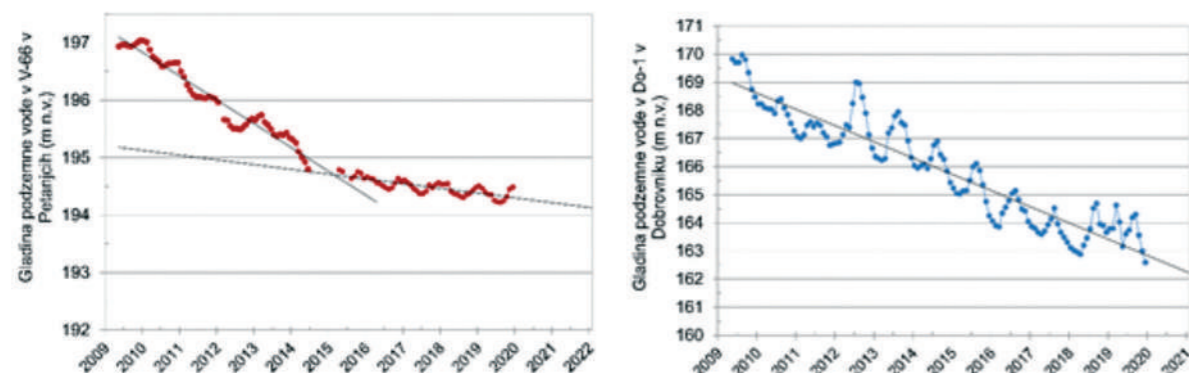
Slika 5: Črpanje podzemne vode iz drugega pliocenskega vodonosnika povzroča zatekanje onesnažene vode iz zgornjega vodonosnika.

Vir: RSRS, 2019.

Drugi primer so **geotermalni vodonosniki**. V okviru ocene količinskega stanja se izvaja test (Andjelov et al., 2021), ki kaže, da vpliv črpanja geotermalnih voda na količinsko stanje nedvomno imamo, po oceni pa še ne ogroža razpoložljivih količin. Vpliv na količinsko najbolj obremenjeno Mursko formacijo se opazuje na dveh opazovalnih vrtinah, ki ju spremlja Geološki zavod Slovenije, rezultati meritev pa odražajo sezonsko spreminjanje gladine zaradi spremenljivega regionalnega odvzema termalne vode ter padajoče trende gladin. To potrjujejo tudi obratovalni monitoringi večine koncesionarjev. V obdobju od leta 2009 do 2019 se je piezometrična gladina termalne podzemne vode v vrtinah Do-1 in V-66 statistično značilno zniževala, prav tako so bile v letu 2019 glede na obdobje od leta 2009 do 2019 izmerjene najnižje piezometrične gladine v obeh vrtinah (Slika 6).

Simulacija modela vodne bilance naravnega stanja geotermalnega vodonosnika Murske formacije, ki jo je v letih od 2014 do 2019 izvedel Geološki zavod Slovenije, nakazuje letno napajanje okoli 5,6 milijona m³. Povprečni odvzemi termalne vode so bili v obdobju od leta 2014 do 2019 okoli 2,5 milijona m³ letno, kar predstavlja 44 % z modelom ocenjenih letno obnovljivih količin termalne vode.

Glede na modelske rezultate in simulacije se stanje kljub nižanju gladin ocenjuje kot dobro (ibid.).



Slika 6: Grafa gladin geotermalne vode na opazovalnih vrtinah.

Vir: Andjelov et al., 2021.

Kot primer neposrednega vpliva na podzemno vodo lahko omenimo tudi **umetno bogatenje vodonosnikov**, ki je v Sloveniji aktivno na Urbanskem platoju in Ptujskem polju. Prav to umetno bogatenje poteka v neposredni bližini črpalšč Urbanski plato in Ormož, kjer se odvzema voda iz Drave, nato pa se prek ponikovalnih polj, ki stojijo gorvodno od črpanja podzemne vode, napaja vodonosnik.

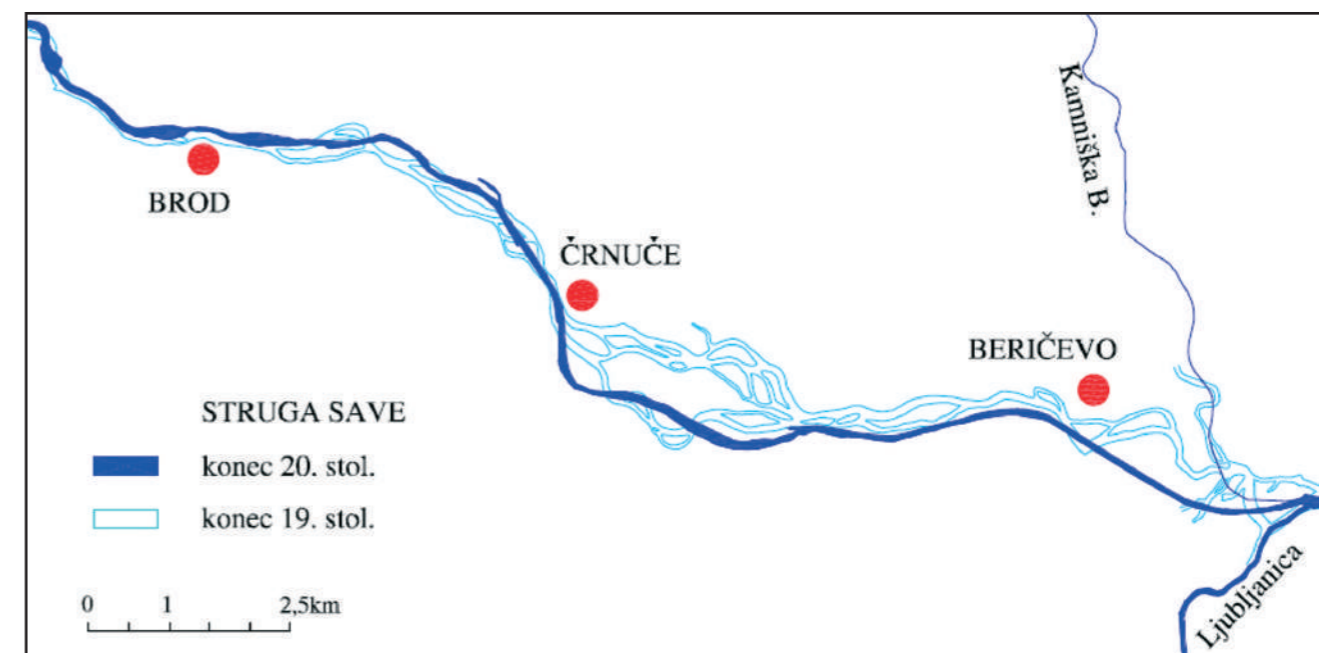
5. PRIMERI POSREDNIH VPLIVOV RABE VODE V SLOVENIJI

Sprememba rabe tal

Sprememba rabe tal povzroči spremenjen način infiltracije, pronicanja padavin skozi prst in nezasičene cone do podzemne vode. Zgodovinsko je sprememba vezana na razvoj družbe in spremembe v pokrajini – sprememba vegetacije iz potencialne, naravne v preoblikovano (npr. iz gozda v kmetijsko površino) pomeni že časovno kot tudi količinsko spremembo infiltracije. Še večji lokalni vpliv imajo urbane površine. Na teh površinah velikokrat pride do zatesnjenosti zgornje plasti in umetnega površinskega odtoka. Padavine s streh zgradb, dvorišč, prometnih površin ne pronicajo skozi tla do podzemne vode po naravni poti, ampak jim spremenimo količinsko, časovno in prostorsko komponento interakcije te vode s podzemno vodo. V mestih je infiltracija manjša, časovno spremenjena in velikokrat vodo padavin pretočimo prek omrežja kanalov v drug del ali celo zunaj vodonosnika. Pod nekaterimi površinami infiltracije celo ni.

Hidromorfološke spremembe strug

Površinska in podzemna voda sta pomembno povezani, obenem pa tudi soodvisni. Napajata ali drenirata druga drugo. Z razvojem družbe so se zgodile pomembne spremembe. V preteklosti se je razvoj družbe sprva prilagajal tudi naravnim razmeram, z večjim tehnološkim napredkom pa je družba postajala vse bolj »neodvisna« in je naravne procese (tudi rečno mrežo) prilagajala družbenim dejavnostim. Tako je postajalo razumevanje voda velikokrat zgolj tehnično in antropocentrično. Na vodotoke se je večinoma gledalo s samo enega vidika, bodisi vira vode, drenaže, osuševanja in podobno. Celostni pogledi so bili vse manj upoštevani. K sreči je to spremenila Vodna direktiva (2000), a se njene usmeritve v načrtovanju rabe obvodnega prostora in porečja upoštevajo zelo počasi.



Slika 7: Struga reke Save na Ljubljanskem polju.

Vir: Uhan et al., 2003.

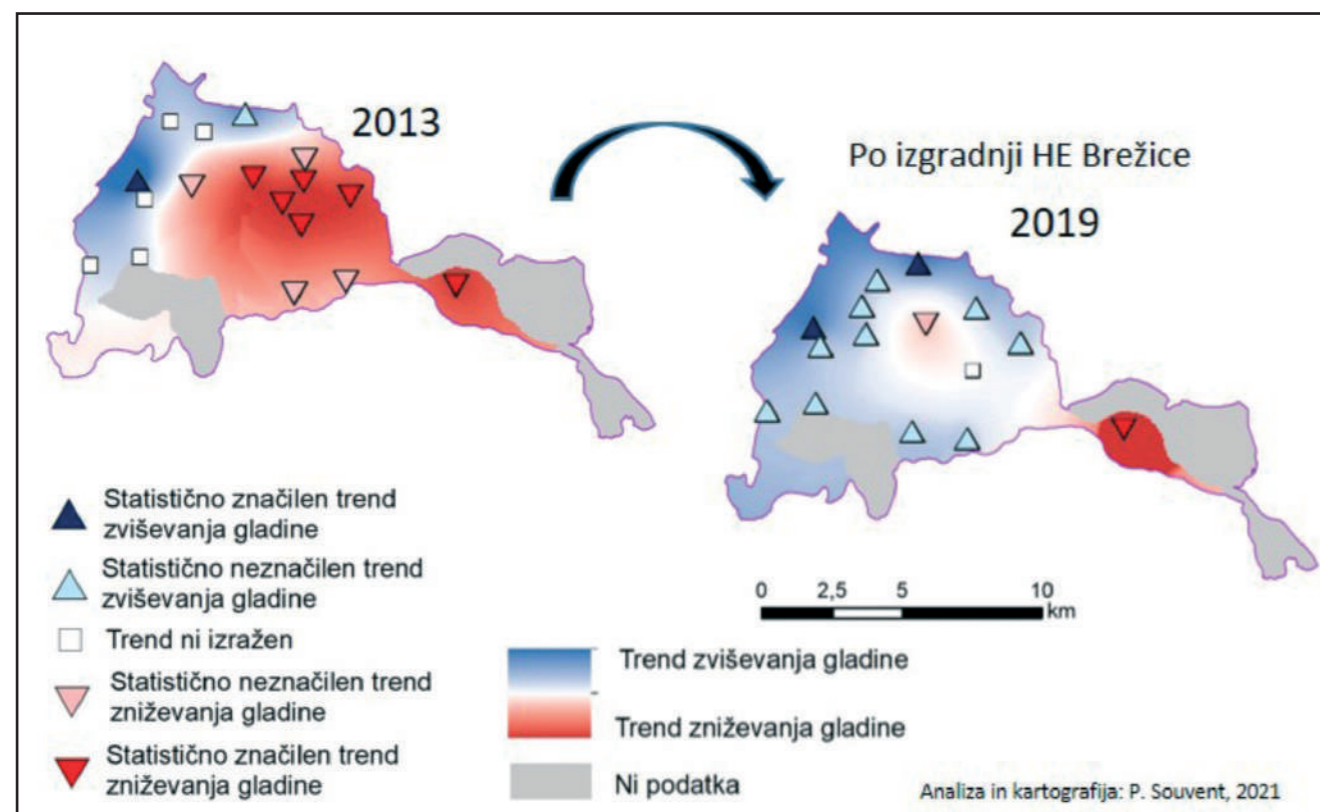
V zadnjih nekaj stoletjih in desetletjih so velikokrat spreminjali rečne struge v odvodne kanale. Z gradbenimi posegi z veliko uporabo betona sta se spremenili tako površina kot intenzivnost stika podzemne in površinske vode. Z nepremišljenim načrtovanjem urejanja rečnih strug lahko ustvarimo neprepustne kanale, ki poleti hitro presušijo, ob viških pa voda po njih hitro odteka, zato ne napajajo podzemne vode. Neprepustne so lahko tako brežine kot dna strug. Obstajajo bolj trajnostne metode, kot je uporaba kranjske stene, ki omogoča uporabo lokalnih materialov in odprt stik vodonosnika z reko (Bricelj, 2013). Poleg jasno začrtanih mikrolokalnih ukrepov se z obsežnejšimi regulacijami (Slika 7) velikokrat skrajšujejo dolžine rečnih strug. Tudi to vpliva na površino stika med površinsko in podzemno vodo kot tudi na hitrost odtoka, ki ga imata v naravnih pogojih tovrstni vodi. Konkretni primer tega je Ljubljansko polje, kjer reka Sava pomembno napaja glavni vir pitne vode Ljubljane (Savič, 2009; Bračič Železnik, 2002). Z gradnjo jezov na rekah je pogosto onemogočen tudi transport rečnih sedimentov, ki zastajajo za pregrado, zaradi česar se pogloblja dno rečne struge pod pregrado ali prekinja stik s podzemno vodo (Ulaga, 2021).

Hidroelektrarne

To so vrsta hidromorfoloških sprememb, ki pa jih zaradi velikega vpliva opisujemo posebej. Objekti zajezev vodotokov pomenijo velike spremembe pri interakciji podzemnih in površinskih voda. Hidroelektrarne vplivajo na infiltracijo oz. dreniranje, vplivi pa segajo v celotno gorvodno območje zajeze hidroelektrarne kot tudi v dolvodno območje. V zajezbi HE tako pride praviloma do zvišanja infiltracije in višjih gladin podzemne vode. Ti učinki so lahko hitrejši ali počasnejši, kratkotrajni ali dolgotrajni. Za relativno počasnejše spremembe gladin podzemne vode lahko navedemo HE Mavčiče in HE Brežice. V zaledju HE Mavčiče se je dvignila gladina podzemne vode na Sorškem polju. Zaradi kolmatacije jezu se stik spreminja –



infiltracija Save v podzemno vodo se zmanjšuje, a stanje še vedno ostaja visoko nad naravnimi gladinami. Enako se dogaja na Krškem polju zaradi zajezbe HE Brežice (Slika 8). Dolvodno od HE praviloma dobimo spremenjen vodni režim, ki časovno spreminja potek in tudi površino infiltracije. To se pozna še posebej na območjih s t. i. »hydropeakingom« (zaradi spremenjenih pretokov). Lahko pa pod pregrado sploh ni površinskega toka zaradi popolnega odvzema površinske vode. Drugi dolvodni vpliv zajezitev je povezan s prodonosnostjo. Zaradi zajezbe pride do spremembe prodonosnosti in posledično do dolvodnih poglobitev struge, kar pomeni tudi znižanje gladin podzemne vode na teh območjih, predvsem zaradi večjega dreniranja podzemne vode v reko pod pregrado, kot tudi do spremembe interakcije. Tak primer smo imeli na Ljubljanskem polju, ki so ga tehnično rešili z gradnjo manjših pretočnih pregrad na Savi na Ljubljanskem polju (Savić, 2009). Podobna sta primera na reki Savi pri Brežicah in tudi na reki Muri.



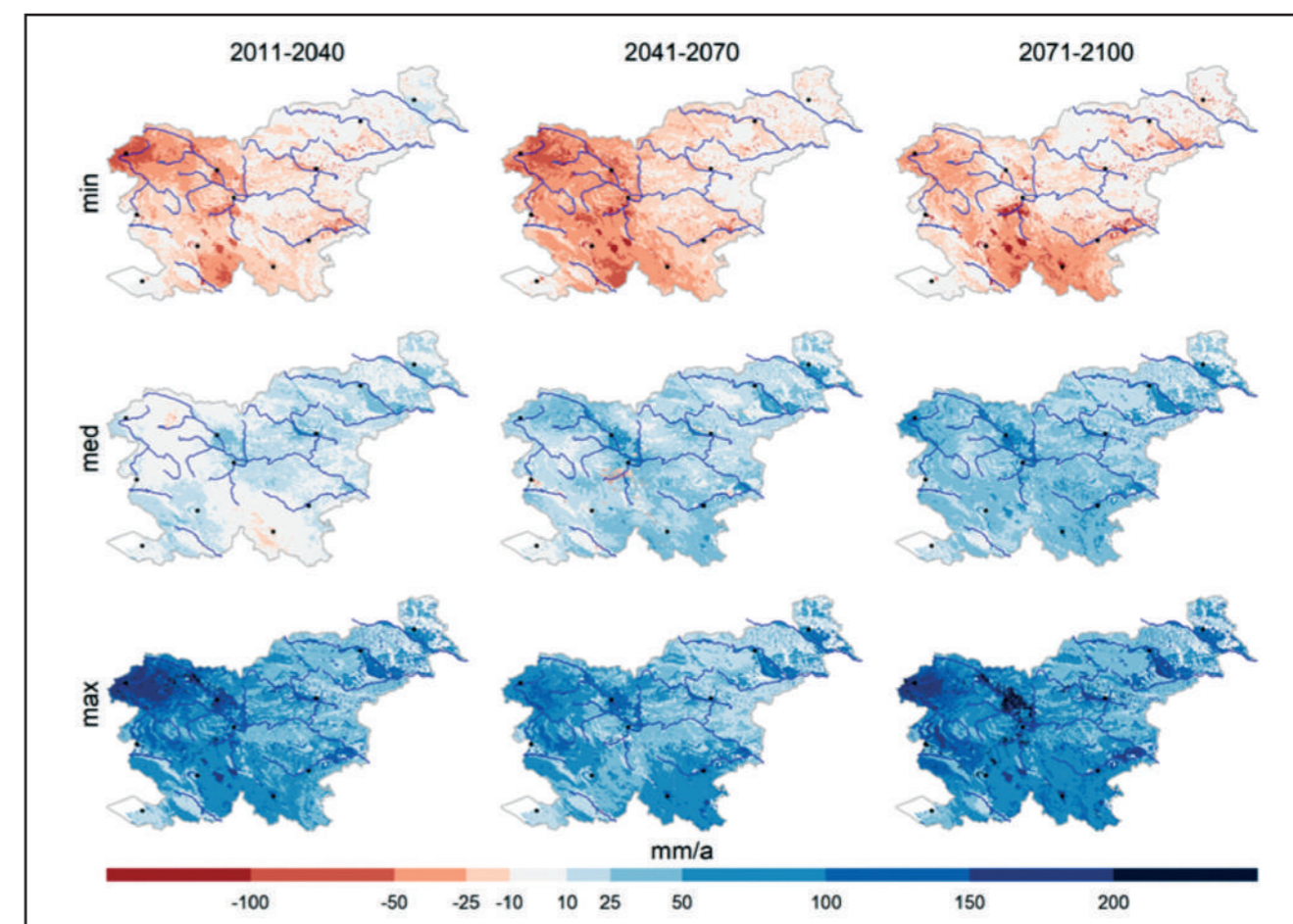
Slika 8: Vpliv HE Brežice na gladine podzemne vode Krškega in Brežiškega polja.

Drugi gradbeni posegi, pretočitve in spremembe toka površinskih voda

To so drenaže, regulacije, odvzemi površinskih voda in gradbeni posegi. Posredni vplivi na podzemno vodo imajo lahko zelo velik vpliv pri gradnjah večjih ali manjših objektov. Gradnja prometnice (ceste, predori) lahko preseka podzemne vodne tokove in preusmeri vodo, gradnja objektov z globokimi kletnimi etažami pa lahko deluje kot pregrada oz. zajezba toka podzemne vode. Posegi v plitvejšo vodonosnike (do globine npr. 5 do 10 metrov) so zelo intenzivni in mnogovrstni. Lahko prekinejo dotok vode s pobočij, lahko se presekajo medsebojno ločeni vodonosniki in podobno. Posledice so velikokrat vidne šele čez nekaj let, ko se stanje v podzemni vodi znova stabilizira.

Podnebne spremembe

Vpliv podnebnih sprememb na podzemne vode je bil predstavljen že na simpoziju 2022 (Kobold et al., 2021), kljub vsemu pa je treba te spremembe omeniti kot posreden in neposreden dejavnik družbe (Slika 9); neposredno s spremembo količine padavin in izhlapevanja, posredno pa prek vpliva na druge elemente vodnega kroga. Nedvomno je podzemna voda prepoznana kot glavni in razmeroma stabilen vir pitne vode v prihodnosti.



Slika 9: Z modelom mGROWA izračunano odstopanje napajanja podzemne vode v mm po 30-letnih obdobjih v primerjavi z obdobjem od leta 1981 do 2010 po srednjem podnebnem scenariju RCP 4.5.

Vir: Frantar et al., 2018.

6. ZAKLJUČEK

Vplivi družbe na vodni krog in s tem tudi na podzemno vodo so vse večji. Prav zato, ker podzemne vode dejansko ne vidimo, pa se vplivov nanjo kot družba večinoma ne zavedamo. Kljub temu v zadnjih desetletjih počasi naraščata ozaveščenost in spoznanje o vse večjem pomenu podzemne vode, predvsem zato, ker je to glavni vir pitne vode, njen pomen pa se še povečuje zlasti v času suš.



Pomen podzemne vode se veča tudi zaradi več direktiv EU in Združenih narodov. Direktiva o podzemni vodi namreč pravi, da je dragocen naravni vir, ki ga je treba zavarovati pred poslabšanjem in onesnaževanjem. Še posebej je poudarjen pomen pri ekosistemih, ki so odvisni od podzemne vode, in pri uporabi podzemne vode za oskrbo z vodo (EU GWD, 2006). Vodna direktiva namenja podzemni vodi več poglavij, vezanih na upravljanje podzemne vode (Vodna direktiva, 2000).

Ne glede na direktive in zakonodajo je po našem mnenju pomemben stalen proces ozaveščanja kot tudi informiranja družbe o podzemni vodi. Še posebej je pomembno zavedanje, da je podzemna voda povsod pod nami, pri čemer vse družbene dejavnosti in dejavnosti posameznika lahko povzročijo vpliv tako na količino kot kakovost podzemne vode kot glavnega vira pitne vode v Sloveniji ter kot glavnega vira vode v času pomanjkanja.

Spremembe podnebja se že kažejo, zato bo treba še več časa posvetiti dolgoročnim rešitvam, trajnostni rabi vodnih virov in prilagajanju na vplive podnebnih sprememb, predvsem pa v okviru Načrtov upravljanja z vodami izdelati celovit pristop rabe porečja, ki na celotnem vodozbirnem območju vključuje tudi vplive na podzemno vodo.

LITERATURA IN VIRI

- Andjelov, M., Frantar, P., Mikulič, Z., Pavlič, U., Savič, V., Souvent, P., Trišič, N. in Uhan, J., 2015. Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji, Osnove za NUV 2015-2021. Agencija RS za okolje. Dostopno na: http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%4%8dila/Kolicinsko_stanje_podzemnih_voda_v_Sloveniji_OSNOVE_ZA_NUV_2015_2021.pdf [25. 8. 2022].
- Andjelov, M., Frantar, P., Pavlič, U. in Souvent, P., 2020. Problematika količinskega stanja podzemne vode v vodnem telesu Dravska kotlina. Mišičev vodarski dan 2020. Maribor. Dostopno na: <http://www.mvd20.com> [25. 8. 2022].
- Andjelov, M., Frantar, P., Pavlič, U. in Souvent, P., 2021. Vpliv rabe podzemne vode na vodne vire v Sloveniji. Mišičev vodarski dan 2021. Str. 202–209. Maribor. Dostopno na: <http://www.mvd20.com> [25. 8. 2022].
- Andjelov, M., Frantar, P., Pavlič, U., Rman, N. in Souvent, P., 2021. Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji: osnove za NUV 2022-2027. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje. Dostopno na: <https://bit.ly/3tNI2mE> [25. 8. 2022].
- Andjelov, M., Mikulič, Z., Tetzlaff, B., Uhan, J. in Wendland, F., 2016. Groundwater recharge in Slovenia. Results of a bilateral German-Slovenian Research project. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment Band / Volume 339. Jülich, Germany.
- Brands, E., Rajagopal, R., Eleswarapu, U. in Li, P., 2016. Groundwater. International Encyclopedia of Geography. Dostopno na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118786352.wbieg0677> [25. 8. 2022].
- Bricelj, M., 2013. Kranjska stena – primer dobre prakse v šoli. Geografija v šoli, 22-2/3, str. 51–56.
- Dobnikar Tehovnik, M., Gacin, M. in Mihorko, P., 2020. Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji. Poročilo za leto 2019. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 48 str.
- EU GWD – DIREKTIVA 2006/118/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 12. decembra 2006. Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=CELEX:02006L0118-20140711&from=EN> [25. 8. 2022].
- Evropska komisija, 2008. Varstvo podzemne vode v Evropi. Luksemburg: Urad za uradne publikacije Evropskih skupnosti. Dostopno na: <https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/resource.htm> [25. 8. 2022].
- Frantar, P., 2011. Geoinformacijska zasnova preučevanja virov obremenjevanja porečij. Doktorsko delo. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
- Frantar, P., Andjelov, M., Uhan, J., Herrmann, F. in Wendland, F., 2017. Vodnobilančni model mGROWA-SI. Drugi slovenski kongres o vodah. Podčetrtek 19.–20. 4. 2017, str. 304–309.
- Frantar, P., Herrmann, F., Andjelov, M., Draksler, A. in Wendland, F., 2018. Vodnobilančni model mGROWA-SI. 29. Mišičev vodarski dan. Maribor. Dostopno na: www.mvd20.com [25. 8. 2022].
- Frantar, P., ur., 2008. Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. MOP-ARSO.
- Klasinc, M., Rman, N. in Lapanje, A., 2018. Raziskave hidrogeološke problematike južnega dela Dravskega polja. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana, 45 str.
- Kobold, M. in Frantar, P., 2021. Ocena vodnih količin v Sloveniji do konca 21. stoletja. Vodni dnevi 2021. Simpozij z mednarodno udeležbo. Dostopno na: <https://sdzv-drustvo.si/wp-content/uploads/2021/10/zbornik-vd-2021-kobold.pdf> [25. 8. 2022].
- Plut, D., 2003. Geografske teoretične in metodološke zasnove proučevanja degradacije okolja. Študijsko gradivo za Varstvo geografskega okolja. Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, 246 str.
- Računsko sodišče Republike Slovenije, 2019. Porevizijsko poročilo, Popravljalni ukrepi pri reviziji učinkovitosti dolgoročnega ohranjanja virov pitne vode. Številka: 320-7/2017/35. Dostopno na: http://www.rs-rs.si/fileadmin/user_upload/Datoteke/Revizije/2019/PitnaVoda_porev/PitnaVoda_RSP_PorevizijskoP.pdf [25. 8. 2022].
- Savič, V., 2009. Analiza podatkov opazovanj in optimizacija merilne mreže glede na različne potrebe izkoriščanja vode. Diplomski naloga – VSŠ, Ljubljana, UL, FGG, Oddelek. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer.
- SURS, 2022. Javni vodovod, Slovenija, 2019. Dostopno na: <https://www.stat.si/StatWeb/news/Index/9152> [25. 8. 2022].
- Uhan, J. in Krajnc, M., 2003. Podzemna voda. V: Vodno bogastvo Slovenije, M. Bat., ur. J. Uhan, Agencija RS za okolje, Ljubljana. Dostopno na: http://www.arso.gov.si/vode/publikacije%20in%20poro%4%8dila/vodno_bogastvo_slovenije.html [25. 8. 2022].
- Uhan, J. in Krajnc, M., 2003. Podzemna voda. V: Vodno bogastvo Slovenije, ur. Uhan, J. in Bat, M. Agencija RS za okolje, Ljubljana. Dostopno na: https://www.gomurra.eu/wp-content/uploads/2021/11/goMU-Rra_T1.2_studij_baza-podatkov_hidromorfoloskih-elementov_SI.pdf [25. 8. 2022].
- Vodna direktiva, 2000. Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 23. oktobra 2000, ki določa okvir za delovanje Skupnosti na področju vodne politike. Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=EN> [25. 8. 2022].