

PROBLEMATIKA KOLIČINSKEGA STANJA PODZEMNE VODE V VODNEM TELESU DRAVSKA KOTLINA

dr. Mišo Andjelov, Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

dr. Peter Frantar, Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

dr. Urša Pavlič, Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

dr. Petra Souvent, Agencija RS za okolje, Vojkova 1B, 1000 Ljubljana

Povzetek

Agencija RS za okolje (ARSO) skladno z Vodno direktivo pripravlja Oceno količinskega stanja podzemne vode po vodnih telesih podzemnih voda. Pri ocenjevanju stanja je bilo že v Načrtih upravljanja z vodami 2016-2021 izpostavljeno tveganje za nedoseganje dobrega stanja v globokem pliocenskem vodonosniku tega vodnega telesa. Problem je bil izpostavljen tudi v poročilu Računskega sodišča RS iz leta 2019 z naslovom »Učinkovitost dolgoročnega ohranjanja virov pitne vode«. V postopku ocenjevanja količinskega stanja podzemne vode ARSO izvaja preizkus vpliva odvzemov podzemne vode na pojav slanosti in drugih vdorov vode slabše kakovosti. V okviru tega preizkusa je za doseganje dobrega količinskega stanja potrebno zadostiti pogoju, da odvzemi podzemne vode ne povzročajo sprememb v toku podzemne vode, ki bi lahko privedle do teh vdorov v telo podzemne vode. Omenjenemu pogoju v letih 2017 in 2018 v vodnem telesu podzemne vode Dravska kotlina ni bilo zadoščeno, kar je privedlo do slabe ocene količinskega stanja podzemne vode vodnega telesa. Predstavljene so glavne ugotovitve in aktivnosti ARSO na tem področju.

Uvod

Podzemna voda je glavni vir pitne vode v Sloveniji in po podatkih Ministrstva za okolje in prostor je za 97% pitne vode vir podzemna voda (RSRS, 2019b). Pomemben del upravljanja teh vodnih virov je ocena količinskega stanja podzemnih voda, ki jo izvaja državna hidrološka služba na Agenciji za okolje (ARSO).

ARSO spremlja stanje voda skladno z Vodno direktivo (Vodna direktiva, 2000), ki je temelj celovitega upravljanja z vodami na območju Evropske unije. Cilj direktive je doseganje dobrega stanja voda, kar ARSO preverja tudi z oceno količinskega stanja podzemne vode (Andjelov et al., 2015) ki vključuje zaporedje štirih preizkusov. Prvi preizkus predstavlja vodno-bilančni preizkus, ki izhaja iz ocene obnovljive količine podzemne vode (regionalna vodno bilančna modela GROWA-SI in mGROWA-SI) in analize trendov gladin podzemne vode in pretokov vodotokov in se izvaja na vseh 21-tih vodnih telesih podzemne vode. Ostali trije preizkusi se izvajajo le tam, kjer ocenjujemo, da učinki odvzemov podzemne vode vplivajo na stanje površinskih vodnih teles, na kopenske ekosisteme odvisne od podzemne vode in na vdore slane

vode oziroma druge vdore vode slabše kakovosti. Količinsko stanje podzemne vode je, za posamezno vodno telo, glede na te štiri preizkuse ocenjeno kot »dobro« ali »slabo«. Končno skupno oceno na podlagi opravljenih preizkusov pa določa kriterij najslabše ocene posameznega testa.

V letu 2016 je bil izdelan Načrt upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2016–2021 (NUV, 2016), kjer je bila podana ocena verjetnosti doseganja okoljskih ciljev za vodna telesa podzemnih voda (VTPodV). Pri napovedi količinskega stanja je bilo izpostavljeno tveganje, da po dosedanji oceni količinskega stanja morda za 2. vodonosnik VTPodV Dravska kotlina okoljski cilji ne bodo doseženi.

Na osnovi NUV2 iz leta 2016 je tudi Računsko sodišče RS ugotovilo, da do leta 2021 cilji kemijskega stanja vode za prvi vodonosnik vodnega telesa Dravska kotlina ne bodo doseženi predvsem zaradi onesnaženja vode z nitrati in atrazinom, obstaja pa tveganje, da bo tudi v drugem, pliocenskem vodonosniku prišlo do poslabšanja količinskega stanja podzemne vode (RSRS, 2019b).

Na podlagi Revizijskega poročila je MOP predlagal popravljalne ukrepe v odzivnem poročilu, ki so opisani v Porevizijskem poročilu. Ministrstvo je že izvedlo določene popravljalne ukrepe, kjer je omenjeno, da je bil izveden preiskovalni monitoring in terenski ogled črpališča Skorba, pri čemer je kot potencialni vzrok onesnaženja globokega vodonosnika z nitrati identificiralo, da gre za tehnično neprimernost objektov (RSRS, 2019a).

Agencija za okolje je z namenom ugotavljanja možnih vzrokov za onesnaženje in obseg onesnaženja globokega vodonosnika pripravila strokovne obrazložitve, ki vsebujejo vse do sedaj zbrane rezultate monitoringa kemijskega stanja globokega vodonosnika, dodatne strokovne obrazložitve operativnega monitoringa kemijskega stanja globokega vodonosnika ter povzetek aktivnosti ARSO v zvezi z raziskavo problema onesnaženja globokega vodonosnika. V strokovnih obrazložitvah so navedene ugotovitve razširjene merilne mreže državnega programa monitoringa kakovosti podzemne vode. Na podlagi rezultatov monitoringa stanja je ARSO zaključila, da globoki vodonosnik ni enakomerno onesnažen.

ARSO v strokovnih obrazložitvah ugotavlja, da bi bilo treba na območju črpališča Skorba za reševanje problematike onesnaženja z nitrati za ugotavljanje in preprečevanje poslabšanja stanja pripraviti državni program monitoringa gladin podzemne vode v pliocenskem vodonosniku, kar pa je izvedbeno in finančno zahtevno, zato ARSO v letu 2020 v sodelovanju z Geološkim zavodom RS (GeoZS) izvaja strokovno nalogo s pregledom obstoječih in dostopnih vrtin na območju VTPodV Dravska kotlina. Poleg pregleda vrtin, kot potencialnih merilnih

mest na kvartarnem in pliocenskem vodonosniku, se od rezultatov naloge pričakuje tudi pomoč pri opredeljevanju ocene racionalnosti ukrepa izvedbe monitoringa pliocenskega vodonosnika.

Ocena količinskega stanja podzemne vode pliocenskega vodonosnika je bila, s preizkusom vpliva odvzemov podzemne vode ter na osnovi študij in raziskav, prvič opredeljena za leto 2017.

Raziskovano območje

Po Pravilniku o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/2005 in Uradni list RS, št. 8/2018) se VTPodV Dravska kotlina po globini deli na tri ločene vodonosnike. Pod zgornjim, odprtim vodonosnikom s srednjo debelino 32 metrov, kamor uvrščamo prodnopeščeni zasip reke Drave, se nahajata še dva vodonosnika zaprtega tipa. Drugi vodonosnik je medzrnske poroznosti debeline preko 40 metrov pretežno pliocenske starosti, tretji, najgloblji vodonosnik pa mešanega tipa poroznosti starosti od terciarja do paleozoika, katelega povprečna debelina sega preko 200 metrov. Količina vode v prvem vodonosniku se hitro obnavlja, in sicer pretežno iz padavin ter s ponikanjem površinskih vod, zaradi načina obnavljanja pa je ta vodonosnik zelo ranljiv – lažje ga onesnažijo snovi, ki se izpirajo iz tal. Drugi vodonosnik nima neposrednih povezav s površinskimi vodami je le na določenih mestih povezan s prvim vodonosnikom, zato je njegovo količinsko obnavljanje veliko počasneje. Pliocenski vodonosnik je pa 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 pretežno iz zgornjega, kvartarnega vodonosnika, po letu 1997 pa se je na tem območju pričelo izkoriščati podzemno vodo tudi iz globljega, drugega vodonosnika vodnega telesa VTPodV Dravska kotlina. Razlog za črpanje iz pliocenskega vodonosnika je bil predvsem v sporni kakovosti zgornjega vodonosnika. V sistemu oskrbe s pitno vodo se voda iz spodnjega pliocenskega vodonosnika meša z vodo iz zgornjega kvartarnega vodonosnika v razmerju 1:2 za zagotavljanje standardov kakovosti pitne vode (Klasinc in sod., 2018). Sčasoma je koncentracija antropogenih onesnaževal v spodnjem pliocenskem vodonosniku VTPodV Dravska kotlina pričela naraščati (Mihorko in sod., 2019), kar je vodilo v vključitev vodnega telesa v oceno količinskega stanja podzemne vode z vidika testa vdora druge vode slabše kakovosti v vodonosnik. Tehnični usmeritveni dokument št. 18 (European Commission 2009) okvirne direktive o vodah (Vodna direktiva, 2000) v okviru

testa vdora druge vode slabše kakovosti v vodonosnik priporoča analizo pritiskov zaradi črpanja podzemne vode, ki je del ocene količinskega stanja podzemne vode, ki ji sledi analiza tveganja za vdor slane vode ali druge vode slabše kakovosti, kot dela ocene kemijskega stanja podzemne vode. Konceptualni model toka podzemne vode pliocenskega vodonosnika na območju Dravskega in Ptujkega polja je opisan v diplomskih delih Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani in poročilih Geološkega zavoda Slovenije (GeoZS, 2011; Klasinc, 2013; Klasinc in sod., 2018). Ker dimenzije in prostorska opredelitev spodnjega vodonosnika na južnem območju vodnega telesa VTPodV Dravska kotlina ni ustrezala dejanskim dimenzijam vodonosnika, je bil izdelan predlog za razglasitev vodnega telesa podzemne vode spodnjega pliocenskega vodonosnika z nazivom VTPodV Ptuj – globoki (GeoZS, 2013). Gre za 395 km² veliko vodno telo, ki se površinsko prekriva z več obstoječimi vodnimi tesli podzemne vode: VTPodV Zahodne Slovenske gorice, VTPodV Dravska kotlina, VTPodV Haloze in Dravinjske gorice in VTPodV Vzhodne Alpe. Na Dravskem polju leži nad obravnavanim vodnim telesom vodno telo v kvartarnih plasteh. Podzemna voda v teh dveh vodonosnikih je večinoma ločena z vmesnimi drobnozrnatimi plastmi, ki pogojujejo nastanek zaprtega vodonosnika (GeoZS, 2013). Novejši rezultati meritev gladin podzemne vode in koncentracij nitratov kažejo, da je cona med zgornjim kvartarnim in spodnjim pliocenskim vodonosnikom vsaj na nekaterih območjih prepustna (Klasinc in sod., 2018). Predlagano vodno telo VTPodV Ptuj – globoki se napaja z infiltracijo padavin na napajalnem zaledju, z dotoki iz potokov in hudournikov ter iz kvartarnega vodonosnika (Klasinc, 2013). Napajalno zaledje se nahaja na gričevjih Slovenskih in Dravinjskih goric ter obronkih Pohorja. Med pomembnejšimi potoki, ki napajajo vodonosni sistem na zahodu sta Polskava in Novi graben. Infiltracija iz kvartarnega vodonosnika verjetno poteka predvsem v južnem delu Dravskega polja in severnem delu Ptujkega polja, kjer je piezometrična gladina kvartarnega vodonosnika višja od gladine na območju Ptujkega polja (Klasinc, 2013). Glede na podatke o povprečnem dolgoletnem napajanju vodonosnika z infiltracijo padavin in ocenjeno površino napajanja predlaganega vodnega telesa VTPodV Ptuj – globoki lahko ocenimo povprečno dolgoletno obnovljivo količino podzemne vode vodnega telesa, ki znaša 1,74 m³/s podzemne vode.

Ocena količinskega stanja podzemne vode VTPodV Dravska kotlina

V okviru ocene količinskega stanja podzemne vode smo za leti 2017 in 2018 zaradi indikator-

jev na vdor vode iz sosednjih vodonosnih struktur, ki je posledica črpanja podzemne vode, za drugi vodonosnik VTPodV Dravska kotlina poleg vodonobilančnega preizkusa in preizkusa kopenskih ekosistemov odvisnih od podzemne vode izvedli tudi preizkus vpliva rabe podzemne vode na vdore slane vode ali druge vrste vdorov. Metodologija preizkusa vpliva odvzemov podzemne vode s črpanjem na vdore slane vode ali druge vrste vdorov temelji na preverjanju štirih pogojev (Craig in Daly, 2010). S prvim pogojem preverjamo letno količino odvzema podzemne vode s srednjo dolgoletno obnovljivo količino podzemne vode vodonosnega sistema oziroma dokazujemo morebitne količinske pritiskne rabe podzemne vode glede na razpoložljivo količino podzemne vode. Vrednost indikativnih parametrov vdora slane vode ali druge vode slabše kakovosti v vodno telo podzemne vode ali vodonosnik se z drugim pogojem primerja z mejno vrednostjo teh parametrov za pitno vodo (Pravilnik o pitni vodi; Uradni list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006, 25/2009), s tretjim pogojem pa z naravnim ozadjem teh parametrov v primerljivih vodnih telesih podzemne vode. S četrtem pogojem preverjamo statistično značilnost trenda naraščanja indikativnih parametrov vdora slane vode (natrij, kloridi, električna prevodnost) oziroma druge vode slabše kakovosti (nitriti, električna prevodnost).

Z namenom celovitega konceptualnega pristopa k problematiki onesnaženja drugega vodonosnika vodnega telesa podzemne vode VTPodV Dravska kotlina smo v oceni količinskega stanja pri obravnavi testa vdora slane vode ali druge vode slabše kakovosti upoštevali razpoložljive podatke kemijskega monitoringa podzemne vode in rabe podzemne vode, ki lokacijsko odstopajo od meja obravnavanega vodnega telesa podzemne vode, vendar so del predlaganega vodnega telesa VTPodV Ptuj – globoki (GeoZS, 2013).

Podatki za preizkus vpliva odvzemov podzemne vode na vdore slane vode v vodno telo podzemne vode VTPodV Dravska kotlina so pridobljeni iz:

- državnega monitoringa kemijskega stanja podzemnih voda (ARSO) in
- podatkov rabe vode iz vodnih povračil (DRSV).

Preveritev prvega pogoja ocene

V južnem delu Dravskega polja je osem pomembnih črpališč podzemne vode. Največje količine vode načrpa Komunalno podjetje Ptuj. Komunalno podjetje Slovenska Bistrica upravlja s črpališči Šikole in Velenik. Večji del oskrbe z vodo iz pliocenskega vodonosnika poteka z južnega območja Dravskega polja, ostal del pa iz vrtin v Podvincih na Ptujkem polju, iz vrtin v Slovenskih goricah in vrtin na griču Velenik, ki je del obronkov Pohorja. Manjši del vode iz pliocenskega vodonosnika



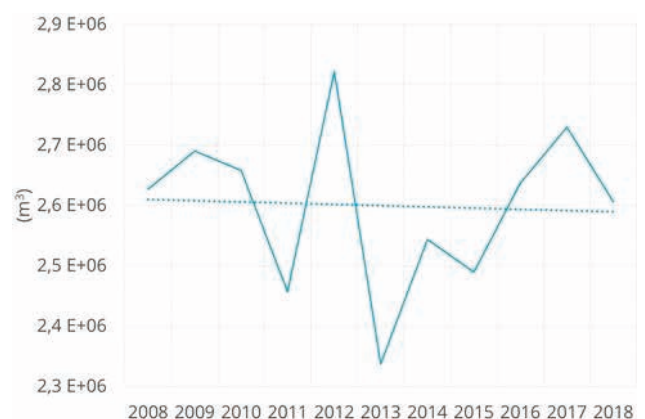
Slika 1: Lokacije objektov črpanja in merilnih mest kemijskega monitoringa podzemnih voda na območju predlaganega vodnega telesa podzemne vode VTPodV Ptuj – globoki v letih 2017 in 2018

se rabi za oskrbo s termalno vodo v Termah Ptuj (Klasinc in sod., 2018) (Slika 1).

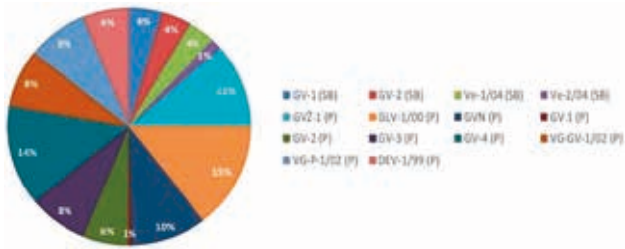
Po podatkih iz DRSV evidence o vodnih povračilih se je v obdobju 2008 – 2018 na območju obravnavanega vodnega telesa iz črpališč komunale Ptuj in Slovenska Bistrica povprečno iz 14. objektov (Slika 2 in Slika 3) načrpal 2.629.920 m³ vode letno, kar ustreza količini 0,083 m³/s. V letu 2018 je skupna načrpana količina podzemne vode iz predlaganega vodnega telesa VTPodV Ptuj – globoki znašala 2.635.182 m³, kar ustreza količini 0,084 m³/s vode (Slika 2). V primerjavi z ocenjeno dolgoletno obnovljivo količino vodonosnika je delež odvzete vode v letu 2018 znašal približno 4,8 % obnovljivih količin (1 % rabe termalne vode Term Ptuj ni upoštevan v izračunu), kar ne presega mejnih 10 % opredeljenih s prvim pogojem preizkusa vpliva rabe podzemne vode na vdore slane vode ali druge vrste vdorov.

V črpališčih, ki so v upravljanju komunalnega podjetja Ptuj, se za obdobje 2008 – 2018 nakazuje trend naraščanja odvzema podzemne vode, ki pa ni statistično značilen. Statistično značilen trend upadanja odvzetih vodnih količin po vodnih povračilih ARSO je bil ugotovljen za črpalne objekte v

upravljanju Komunale Slovenska Bistrica (Slika 4). Zaradi nižje piezometrične gladine spodnjega pliocenskega vodonosnika od piezometrične gladine zgornjega kvartarnega vodonosnika na območjih južnega dela Dravskega polja (Skorba, Župečja vas) in Podvincev na Ptujem polju (Klasinc, 2013), je na teh območjih tveganje za onesnaženje podzemne vode zaradi morebitnega vdora vode slabše kakovosti, povečano.



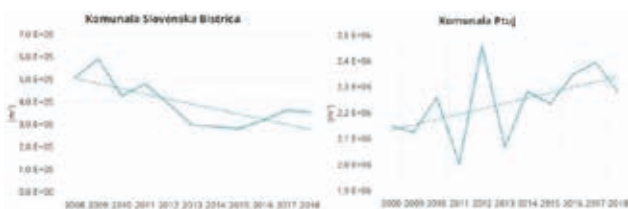
Slika 2: Skupni odzjem podzemne vode iz predlaganega vodnega telesa VTPodV Ptuj – globoki med leti 2008 in 2018 (m³) po podatkih odvzemov iz DRSV evidence o vodnih povračilih



Slika 3: Odvzemi podzemne vode iz predlaganega vodnega telesa VTPodV Ptuj – globoki v letu 2018 po posameznih objektih črpanja (m^3) po podatkih odvzemov iz DRSV evidence o vodnih povračilih

Preveritev drugega pogoja ocene

Pri preizkusu vpliva rabe podzemne vode na vdore slane vode ali druge vrste vdorov smo obravnavali indikativna parametra specifične električne prevodnosti (SEP) podzemne vode ($\mu S/cm$) in vsebnosti nitratov (NO_3^-) v podzemni vodi (mg/L). V posameznih vzorčenjih monitoringa kakovosti podzemne vode med leti 2008 in 2018 mejna vrednost parametrov SEP ($2.500 \mu S/cm$) in nitratov ($50 mg NO_3^-/L$) za pitno vodo na območju globokega pliocenskega vodonosnika »Ptuj – globoki« ni bila presežena, kar je zadostilo 2. pogoju preizkusa količinskega stanja podzemne vode. Merilna mesta kemijskega monitoringa, ki so bila v letu 2018 zajeta v analizi in so v lasti upravljavca Komunale Slovenska Bistrica so: Šikole 1 (GV-1) in Šikole 2 (GV-2), v lasti upravljavca Komunalnega podjetja Ptuj pa so: Skorba 3 (VG-3), Skorba 4 (VG-4), Lancova vas (GLV-1/00) ter Desenci (DEV-1) (Slika 4).



Slika 4: Trend letne rabe podzemne vode iz predlaganega vodnega telesa podzemne vode VTPodV Ptuj – globoki po upravljavcih v obdobju 2008 – 2018

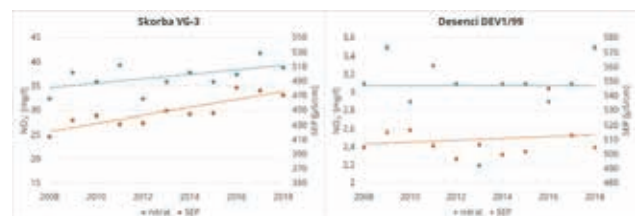
Preveritev tretjega pogoja ocene

S 3. pogojem preizkusa vdora slane vode ali vode slabše kakovosti smo preverili preseganje naravnega ozadja indikativnih parametrov. Naravno ozadje nitratov je na raziskovanem območju opredeljeno z vrednostjo $2 mg NO_3^-/L$ (Mihorko in sod., 2019). Vrednost naravnega ozadja SEP smo ocenili iz podatkov kemijskega monitoringa podzemne vode med leti 2008 in 2017 na merilnih mestih vodnih teles podzemne vode s prevladujočo medzrnsko poroznostjo z dobrim kemijskim stanjem podzemne vode in na merilnih mestih monitoringa kakovosti vodnega telesa podzemne vode

VTPodV Goriška Brda in Trnovsko Banjška planota na območju vodonosnikov Vrtojbenskega polja in spodnjega dela Vipavske doline. Povprečna vrednost SEP na izbranih merilnih mestih znaša $480 \mu S/cm$, zgornja mejna vrednost naravnega ozadja glede na razpon dvojnega standardnega odklona pa $802 \mu S/cm$. Podatki kažejo, da na nobenem izmed spremljanih merilnih mest kemijskega monitoringa podzemne vode na območju predlaganega vodnega telesa VTPodV Ptuj-globoki ni bila presežena vrednost naravnega ozadja parametra SEP. Vrednost naravnega ozadja nitratov je bila na obravnavanem območju pogosto ali stalno presežena na merilnih mestih v Desencih DEV-1/99, Skorba VG-3 (Slika 5), in Skorba VG-4.

Preveritev četrtega pogoja ocene

Zadnji, 4. pogoj obravnavanega poizkusa je temeljil na ugotavljanju statistične značilnosti naraščajočega trenda indikativnih parametrov. Značilnost trenda indikativnega parametra SEP smo v letu 2018 ugotavljali za merilna mesta Šikole – VG-1, Desenci Dev1/99 in Skorba VG-3, saj ostala merilna mesta niso imela zadovoljivo dolgega niza opazovanj tega parametra (najmanj 6). Nabor ugotavljanja značilnosti trenda indikativnega parametra nitrata v letu 2018 se je glede na nabor SEP skrčil za merilno mesto GV1 v Šikolah zaradi vsebnosti parametra pod detekcijsko mejo. Rezultati ugotavljanja trenda indikativnih parametrov v obdobju 2008-2018 kažejo, da se indikativni parameter SEP na merilnem mestu Skorba VG-3 statistično značilno zvišuje. V obdelovalnem obdobju se na tem merilnem mestu zvišuje tudi parameter nitrata, vendar ne s statistično značilnostjo ($p=0,14$). Statistična značilnost zviševanja nitrata je bila na tem merilnem mestu ugotovljena za daljše obdobje spremljanja kemijskega stanja podzemne vode (Mihorko in sod., 2019). Trend indikativnih parametrov na merilni postaji Desenci Dev1/99 v obdobju 2008 – 2018 ni statistično značilen (Slika 5).



Slika 5: Potek indikativnih parametrov na merilnih mestih Skorba VG-3 in DEV1/99 v obdobju 2008-2018

Skupna ocena

Ocena preizkusa vpliva črpanja podzemne vode na vdore slane vode ali druge vode slabše kako-

vosti v vodnem telesu VTPodV Dravska kotlina je pokazala, da dva od štirih pogojev preizkusa nista v celoti izpolnjena, zato se količinsko stanje podzemne vode po tem preizkusu za vodno telo podzemne vode VTPodV Dravska kotlina ocenjuje kot SLABO.

Zaključek

V obravnavanih letih 2017 in 2018 smo pri oceni količinskega stanja vodnih teles podzemnih voda zaradi nedoseganja dobrega stanja po opravljenem preizkusu vpliva odvzemov podzemne vode na vdore slane vode ali druge vrste vdorov, v vodnem telesu Dravska kotlina razglasili slabo količinsko stanje. Glavni vzrok za slabo stanje vodnega telesa in neizpolnjevanje preizkusa je, glede na metodologijo ocenjevanja, v presejanju naravnega ozadja vsebnosti nitrata v podzemni vodi in v statistično značilnem trendu naraščanja indikativnih parametrov specifične električne prevodnosti vode in nitrata v podzemni vodi v pliocenskem vodonosniku na območju črpališča Skorba. Razlog vdora vode slabše kakovosti iz zgornjega vodonosnika v spodnji, kljub številnim analizam, še ni z gotovostjo pojasnjen. Obstaja še veliko strokovnih odprtih vprašanj, od vprašanja osnovnega vzroka za vdor, vprašanj povezanih z monitoringom količinskega stanja podzemne vode, modeliranjem toka podzemne vode, razglasitve vodnega telesa podzemne vode pa vse do pristojnosti institucij. Problem je kompleksen in tudi v prihodnosti zahteva sodelovanje različnih državnih inštitucij (MOP, ARSO, DRSV) in upravljavca črpališča Skorba z namenom zagotovitve dolgoročne in trajnostne rabe vodnega vira.

Literatura

- Andjelov, M., Mikulič Z., Uhan J. & Dolinar M., 2013: Vodna bilanca z modelom GROWA-SI za količinsko ocenjevanje vodnih virov Slovenije. Zbornik 24. Mišičevi vodarski dnevi: 127 – 133.
- Andjelov, M., Frantar, P., Mikulič, Z., Pavlič, U., Savič, V., Souvent, P., Trišič, N., Uhan, J., 2015: Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji, Osnove za NUV 2015-2021. Agencija RS za okolje. Medmrežje: 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
- Andjelov, M., Frantar, P., Mikulič, Z., Pavlič, U., Savič, V., Souvent, P., Uhan, J., 2016: Program monitoringa količinskega stanja podzemnih voda 2016 – 2021. Agencija RS za okolje. Medmrežje: http://www.arso.gov.si/vode/poro%4%8dila%20in%20publikacije/Program_podz_vode_2016_2021.pdf
- European Commission, 2009: Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/ec), Guidance document no. 18, Guidance on groundwater status and trend assessment, Technical report - 2009 – 026, Luxembourg.
- Frantar, P., Herrmann, F., Andjelov, M., Draksler, A., Wendland, F., 2018: Vodnobilančni model mGROWA-SI. 29. Mišičev vodarski dan. Maribor. Medmrežje: www.mvd20.com
- Klasinc, M., Rman N., Lapanje, A., 2018: Raziskave hidrogeološke problematike južnega dela Dravskega polja. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana, 45 str
- Klasinc, M.:2013: Pliocenski vodonosnik Dravskega polja. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta. Ljubljana, 85 str.
- Mihorko, P., Gacin M., Dobnikar Tehovnik M., 2019: Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji. Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 48 str.
- RSRS – Računsko sodišče Republike Slovenije, 2019a: Porevizijsko poročilo, Popravljalni ukrepi pri reviziji učinkovitosti dolgoročnega ohranjanja virov pitne vode. Številka: 320-7/2017/35. Medmrežje: http://www.rs-rs.si/fileadmin/user_upload/Datoteke/Revizije/2019/PitnaVoda_porev/PitnaVoda_RSP_PorevizijskoP.pdf
- RSRS – Računsko sodišče Republike Slovenije, 2019b: Revizijsko poročilo, Učinkovitost dolgoročnega ohranjanja virov pitne vode. Številka: 320-7/2017/30. Medmrežje: http://www.rs-rs.si/fileadmin/user_upload/Datoteke/Revizije/2019/PitnaVoda/PitnaVoda_RSP.pdf
- Uradni list RS, št. 63/2005: Pravilnik o določitvi vodnih teles podzemnih voda
- Uradni list RS, št. 8/2018: Pravilnik o spremembah Pravilnika o določitvi vodnih teles podzemnih voda
- Uradni list RS, št. 25/2009: Uredba o stanju podzemnih voda
- Uradni list RS, št. 31/2009: Pravilnik o monitoringu podzemnih voda
- Uradni list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006, 25/2009: Pravilnik o pitni vodi
- 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. Redakcijska komisija MOP 9.1.2003. Medmrežje: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/sl/dd/15/05/32000L0060SL.pdf>