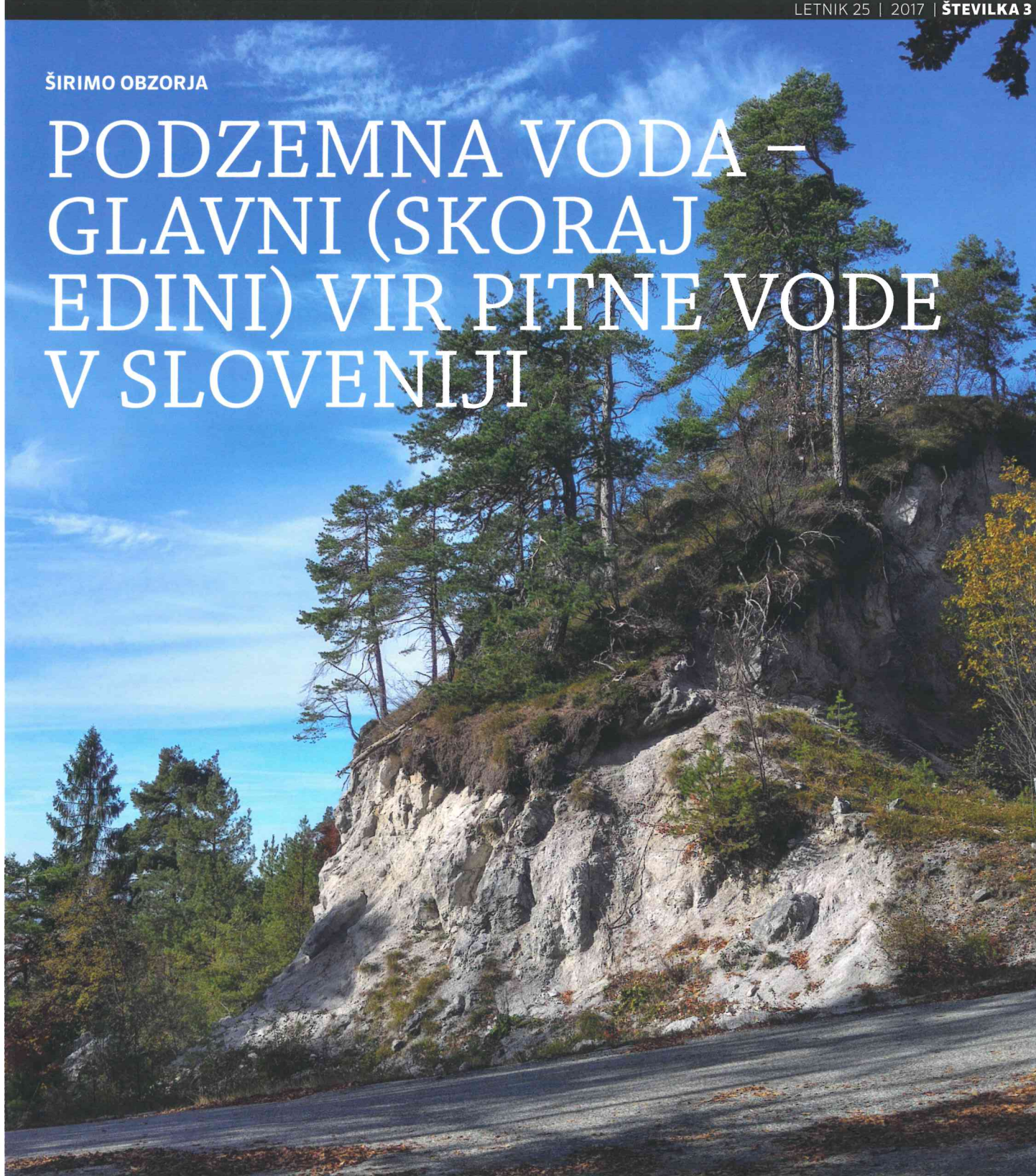


GEOGRAFIJA V ŠOLI

LETNIK 25 | 2017 | ŠTEVILKA 3

ŠIRIMO OBZORJA

PODZEMNA VODA – GLAVNI (SKORAJ EDINI) VIR PITNE VODE V SLOVENIJI



ŠIRIMO OBZORJA

Lošinj – tipičen kvarnerski ali
hrvaški otok?

IZ PRAKSE

Intervju s prof. dr. Jurijem Kunaverjem:
25 let Geografije v šoli



Slika na naslovnici:
Bori na zgornje
triasnem dolomitu
na zasavski Sveti gori.
Foto: A. Polšak

UVODNIK
Pot ali cilj?
Anton Polšak

aktualno

Raziskovalno delo učencev in dijakov
Na 3. BIGeo sta se pozlatili Slovenija in
Romunija
Zlata medalja na 14. svetovni geografski
olimpijadi v Beogradu
Srednješolska študijska srečanja
Oznake za visoke vode
Radi imamo zemljevide
Igor Lipovšek

širimo obzorja

Lošinj – tipičen kvarnerski ali hrvaški otok? 8
Anton Polšak

Podzemna voda – glavni (skoraj edini) vir
pitne vode v Sloveniji 19
Mitja Janža, Brigita Jamnik, Joerg Prestor, Nina Mali

iz prakse

Uporaba geografskih informacijskih sistemov
pri pouku geografije v srednji šoli na primeru
programa Quantum GIS 28
Tanja Golob

Vrstniško vrednotenje kot element
formativnega spremljanja 36
Katarina Bola Zupančič

Potovanje po Evrolandiji 43
Katalina Evelinič

Tvitanje kot učna dejavnost 50
Igor Lipovšek

Intervju s prof. dr. Jurijem Kunaverjem:
25 let Geografije v šoli 54
Igor Lipovšek

Podzemna voda – glavni (skoraj edini) vir pitne vode v Sloveniji

Groundwater – Main (or Virtually Only) Source of Drinking Water in Slovenia



Dr. Mitja Janža

Geološki zavod Slovenije

mitja.janza@geo-zs.si

COBISS: 1.04



Dr. Brigita Jamnik

JP Vodovod-Kanalizacija

brigita.jamnik@vo-ka.si

COBISS: 1.04

Povzetek

Naravna pitna voda je nenadomestljiva dobrina. Človeško telo lahko preživi brez hrane več tednov, brez pitne vode pa le nekaj dni. Čeprav je pitna voda brez kalorij, je osnovno živilo in temelj prehranske varnosti ter s tem tudi temelj ekonomskega razvoja, zdravja ljudi ter čistega okolja. Združeni narodi so na podlagi projekcij podnebnih sprememb izpostavili oskrbo prebivalstva s pitno vodo kot enega največjih izzivov prihodnosti. Ohranjanje količin in kakovosti podzemne vode kot najpomembnejšega vira pitne vode bo imelo pri tem pomembno vlogo. V prispevku bomo obrazložili, kje se podzemna voda v Sloveniji nahaja, kakšne količine podzemne vode so na razpolago in kako jo formalno varujemo. Odgovorili bomo tudi na vprašanje, kateri so (bili) glavni viri obremenjevanja ter opozorili na danes še neobvladovane nevarnosti, ki pretijo kakovosti podzemne vode v prihodnje.

Ključne besede: podzemna voda, vodonosnik, hidrogeologija, vodovarstvena območja

Abstract

Natural drinking water is an irreplaceable good. The human body can survive without food for several weeks, but only a few days without drinking water. Even though drinking water is calorie-free, it is a basic foodstuff and the foundation of a safe diet, and consequently the foundation of economic development, people's health and a cleaner environment. Based on climate change projections, the United Nations highlighted the supply of drinking water to the population as one of the greatest challenges of the future. Preservation of the quantity and quality of groundwater as the most important source of drinking water will play a vital role in that. This paper will explain the locations of groundwater in Slovenia, the quantities of groundwater available, and how it is formally protected. It will also answer the question as to which are (were) the main sources of pollution, and point out the as yet still unchecked threats to the future quality of groundwater.

Keywords: groundwater, aquifer, hydrogeology, water protection areas

Uvod

Vode je na Zemlji veliko, saj pokriva več kot 70 % njene površine. Vendar je velika večina te vode (okrog 97 %) v oceanih in je slana. Viri sladke vode so v potokih, rekah, jezerih, močvirjih ali pod zemeljsko površino in se obnavljajo iz padavin. Vidnost in neposredna dostopnost površinskih vodnih virov omogoča lažjo predstavo o njihovih razpoložljivih količinah in vzbuja vtis, da so te količine velike in

prevladujoče. Vendar pa je to pogosto zavajajoče, saj je v svetovnem merilu podzemna voda daleč najpomembnejši vir razpoložljive sladke vode. Njen delež (90 %) daleč presega ostale vire sladke vode, ki so na voljo za rabo (Boswinkel, 2000). Večje količine sladke vode so zgolj v ledenikih, ki pa so daleč od uporabnikov in v obliki ledu, zato praktično niso dosegljive za rabo.

Podzemna voda je skrita pod površjem v porah ali razpokah kamnin. Prav ta lastnost ji omogoča,

V svetovnem merilu je podzemna voda daleč najpomembnejši vir razpoložljive sladke vode.

da je v primerjavi s površinsko vodo bolj zaščiten in na zunanje vplive manj občutljiv vir pitne vode. Naravne danosti v Sloveniji omogočajo, da se skoraj vsa voda (več kot 97 %) za javno oskrbo s pitno vodo odvzema iz podzemnih virov (ARSO, 2011). Podzemno vodo črpamo z vodnjaki iz vodonosnikov pod Zemljinim površjem, ali pa to počnemo na izvirihi, kjer podzemna voda sama izteka na površje. V Sloveniji skupaj načrpamo okrog 160 milijonov m³ na leto ali malo manj kot 80 m³ na prebivalca na leto (SURs, 2015). Do uporabnikov prispeta dobri dve tretjini načrpane vode, preostali del so izgube iz vodovodnega sistema (SURs, 2015).

Uporabnik v gospodinjstvih v mestu Ljubljana in okolici, kjer živi več kot 300.000 prebivalcev, dnevno porabi okrog 120 litrov pitne vode. Za vse potrebe mesta, vključno z industrijo, pa se preseže poraba 200 l pitne vode na prebivalca na dan. Vsak dan se v vodovodno omrežje odda okoli 80.000 m³ pitne vode. V letu 2016 smo v Ljubljani vsako sekundo uporabili 927 l vode, kar si lahko predstavljamo kot prostornino kocke z robom skoraj 1 m.

Za primerjavo s porabo pitne vode navajamo še minimalne količine, kot jih priporoča Svetovna zdravstvena organizacija. 20 litrov pitne vode na osebo na dan je minimalna količina, ki je potrebna za pitje, pripravo hrane in osnovno osebno higieno. Od tega naj bi bilo 7,5 litrov vode namenjenih za pitje in pripravo hrane. Količina, večja od 50 litrov, zadošča poleg potreb za pitje, pripravo hrane in osnovno osebno higieno, še za osnovno pranje perila in umivanje. Količine, večje od 100 litrov, pa že zadovoljijo dodatne potrebe udobja in dobrega počutja.

Kaj je vodonosnik?

Vodonosnik je geološka plast, iz katere lahko izkoriščamo pomembno količino podzemne vode. Ena glavnih prednosti izkoriščanja podzemne vode je, da vodonosnik deluje kot naravni podzemni rezervoar. Ob konični rabi lahko vodonosnik izkoriščamo v večjem obsegu, v času manjšega izkoriščanja pa se količine vode v vodonosniku lahko ponovno obnovijo. Zaradi tega je treba za zaščito zajetij podzemne vode varovati bistveno manjše površine kot pri zajetjih površinske vode.

Vodonosniki pa niso pomembni le za oskrbo s pitno vodo ali za stekleničenje in proizvodnjo pijač. So tudi vir termalne vode, ki jo uporabljamo za ogrevanje stavb, rastlinjakov, polnjenje bazenov in podobno. Geotermalni potencial vodonosnikov nam z uporabo

geotermalnih toplotnih črpalk nudi energetsko zelo učinkovito možnost ogrevanja ali hlajenja stavb in naprav. Podzemno vodo uporabljamo tudi v tehnološke namene in v proizvodnih postopkih.

Glavni vodonosniki na ozemlju Slovenije

Približno 7 % slovenskega ozemlja predstavljajo visoko izdatni prodno peščeni vodonosniki, 10 % zavzemajo srednje izdatni dolomitni vodonosniki in 44 % kraški vodonosniki z zelo spremenljivo izdatnostjo (slika 1). Na 35 % ozemlja imamo nizko izdatne vodonosnike v peščenjakih, muljevcih in drugih sedimentnih kamninah ter tudi v magmatskih in metamorfnih kamninah. V Sloveniji so le redko kje območja, za katera bi lahko rekli, da so brez vodonosnikov, oziroma da plitvo ali globlje pod površjem ne bi bilo plasti s pomembno količino podzemne vode. Taka območja zavzemajo le okrog 1 % ozemlja.

Najizdatnejši vodonosnik je v prodno peščenih plasteh Ljubljanskega polja. Tam je največja debelina prodno peščenega vodonosnika tudi okoli 100 m. Na gladino podzemne vode naletimo, če vrtamo do globine med 20 in 30 m. Globlje je prodno peščen zasip v celoti omočen oziroma prepojen z vodo. To pomeni, da so vse pore med peščenimi in prodnimi zrni zapolnjene z vodo. Če privzamemo, da je učinkovita poroznost vodonosnika približno 15 %, lahko izračunamo, da je, na primer v Ljubljani pod Šmartinsko cesto, v prodno peščenem zasipu na vsakem kvadratnem metru pod našimi nogami uskladiščenih približno 10 m³ (10.000 l) podzemne vode. Poleg Savske kotline so visoko izdatni vodonosniki še v Savinjski, Krški, Dravski in Murski kotlini. Skupaj zavzemajo približno 7 % celotnega slovenskega ozemlja, vendar pa zagotavljajo pitno vodo večini slovenskega prebivalstva. Ker so prodno peščene naplavine odložile reke, imenujemo te vodonosnike tudi aluvialni vodonosniki.

Povsem drugačen tip vodonosnikov je v kamninah, v katerih so pore v obliki razpok. To so razpoklinski vodonosniki. Za Slovenijo so najbolj značilne tovrstne kamnine apnenec, dolomit, peščenjak, laporovec in še v manjši meri nekatere magmatske in metamorfne kamnine. Učinkovita poroznost teh kamnin je bistveno nižja (0,1 % ali tudi manj), to je stokrat ali celo tisočkrat nižja kot pri prodno peščenih nevezanih sedimentih. To pomeni, da lahko iz 1 m³ omočenega prodno peščenega zasipa izteče 150 l/s vode, medtem ko iz kamnine z razpokami enake prostornine le 1 l/s ali manj.

Najizdatnejši vodonosnik je v prodno peščenih plasteh Ljubljanskega polja. Tam je največja debelina prodno peščenega vodonosnika tudi 100 m.

Poseben primer so kraški vodonosniki. To so vodonosniki v pretežno apnenčastih kamninah, v katerih je poleg razpoklinske poroznosti razvita še kanalska. Značilna lastnost kraških vodonosnikov je izredno velika heterogenost, to je spremenljivost njihovih lastnosti v prostoru. Mestoma so zelo dobro prepustni, mestoma pa zelo slabo. Enako velja za njihovo poroznost. Mestoma so v njih kraški kanali večjih dimenzij, kjer se lahko podzemna voda deloma pretaka kot potok ali reka. Kjer ni odprtih razpok ali kavern in je kamnina masivna, je učinkovita poroznost praktično enaka nič, prepustnost pa je zelo slaba. Iz tega sledi, da je zelo spremenljiva tudi izdatnost kraških vodonosnikov. Izdelava vodnjakov v teh vodonosnikih je zaradi tega povezana s tveganji. Uspešnost izvedbe zajetij je manjša zaradi negotovosti pri napovedi položaja prepustnih razpok v večji globini, zaradi možnosti prenašanja sedimenta v odprtih kanalih in razpokah in zaradi večje možnosti

mikrobiološke onesnaženosti podzemne vode. Vodovarstvena območja takih vodnjakov morajo praviloma zavzemati tudi bistveno večje površine kot v primeru prodno peščenih vodonosnikov. Poroznost kraškega vodonosnika je namreč, kljub številnim kraškim kanalom in kavernam, v regionalnem smislu še vedno le reda velikosti 0,1 %. Zaradi navedenih lastnosti je v krasu izkoristljivost podzemne vode precej manjša kot v prodno peščenih ali dolomitnih vodonosnikih.

Kraški vodonosniki so razširjeni na 44,1 % površine slovenskega ozemlja. Na 15 % ozemlja so močno zakraseli vodonosniki, na 13,1 % srednje zakraseli in na 16 % slabo zakraseli kraški vodonosniki.

Med vodonosniki v kamninskih plasteh so na ozemlju Slovenije najugodnejši nekateri dolomitni vodonosniki. Gre za tiste dolomitne vodonosnike, ki imajo močno razvito sekundarno

Značilna lastnost kraških vodonosnikov je izredno velika heterogenost, to je spremenljivost njihovih lastnosti v prostoru.

I: VODONOSNIKI, V KATERIH PREVLAJUJE MEDZRNSKI TOK (PREVLADUJEJO NEVEZANI SEDIMENTI)

- I.a. Obširni in visoko izdatni vodonosniki
- I.b. Lokalni vodonosniki ali vodonosniki s spremenljivo izdatnostjo, ali obširni vendar največ srednje izdatni vodonosniki

II: RAZPOKLINSKI VODONOSNIKI, VKLJUČNO S KRAŠKIMI (RAZPOKANE IN MASIVNE GEOLOŠKE PLASTI)

- II.a. Obširni in visoko izdatni vodonosniki
- II.b. Lokalni vodonosniki ali vodonosniki s spremenljivo izdatnostjo, ali obširni vendar največ srednje izdatni vodonosniki

III: MANJŠI VODONOSNIKI MEDZRNSKE ALI RAZPOKLINSKE POROZNOSTI ALI GEOLOŠKE PLASTI BREZ POMEMBNIH VIROV PODZEMNE VODE

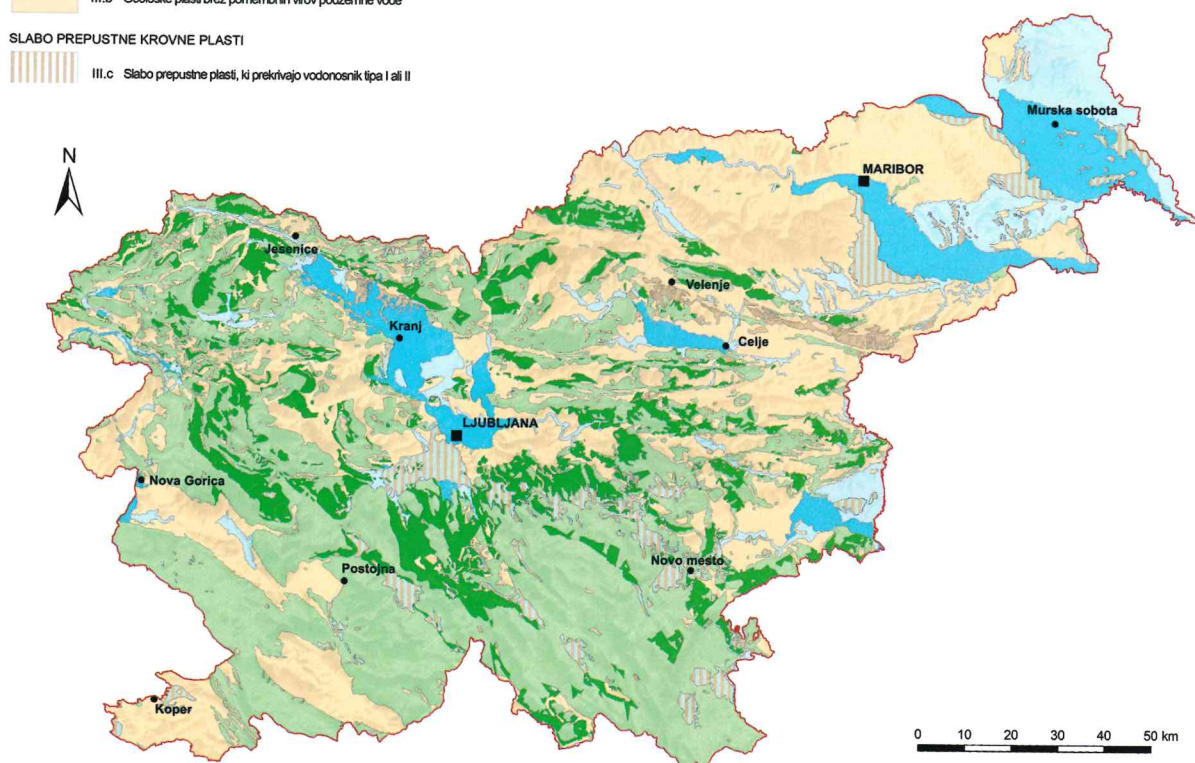
- III.a. Manjši vodonosniki z lokalnimi ali omejenimi viri podzemne vode
- III.b. Geološke plasti brez pomembnih virov podzemne vode

SLABO PREPUSTNE KROVNE PLASTI

- III.c. Slabo prepustne plasti, ki prekrivajo vodonosnik tipa I ali II

Slika 1: Hidrogeološka karta Slovenije

Vir: Prestor in sod., 2008



razpoklinsko poroznost. Razvite razpoke so drobne, a številne in goste. Na površju to najlažje opazimo na odprtih površinah dolomitne kamnine, ki se ponekod kar sama drobi v gramoz z delci paralelopipedne oblike. Prepustnost takih kamnin je sicer srednja, vendar pa je debelina teh vodonosnikov sto ali več sto metrov, zato je možno v taki kamnini dokaj zanesljivo izdelati tudi srednje izdatna zajetja. Zaradi omenjenih lastnosti so dobre tudi samočistilne sposobnosti takega vodonosnika in tudi nižja ranljivost na onesnaženja s površja. Dolomitni vodonosniki gradijo 10 % površja Slovenije, še v večjem deležu pa so zastopani globlje pod površjem. Iz teh vodonosnikov izkoriščamo kakovostno

podzemno vodo s številnimi zajetimi izviri in vodnjaki.

Pomemben delež slovenskega ozemlja (35 %) zavzemajo tudi razpoklinski vodonosniki v flišnih plasteh z menjavanjem peščenjakov, glinovcev in muljevcev (pretežno v jugozahodnem delu Slovenije) ter v plasteh magmatskih in metamorfnih kamnin severovzhodne Slovenije (območje Pohorja in okolice med Mariborom, Dravogradom in Črno na Koroškem). To so plasti, v katerih običajno nastopajo le manjši vodonosniki z lokalnimi in omejenimi viri podzemne vode. V teh vodonosnikih so lahko izdelana le nizko izdatna zajetja. V zelo veliko primerih se iz takih plasti oskrbujejo posamezne hiše. V teh plasteh je zato na tisoče manjših vodnjakov. Ti vodnjaki so pogosto plitvi in segajo le skozi vrhnji preperinski in pretrti del kamnine. Veliko je tudi vrtin oziroma vrtanih vodnjakov, ki segajo nekoliko globlje v te plasti in zajemajo točkovne dotoke iz redkih razpok ali stikov med plastmi.

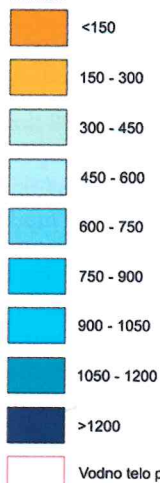
Kakšne so razpoložljive količine podzemne vode?

Pogoj za trajnostno rabo vodnih virov je poznavanje njihovih razpoložljivih količin, to je količin, ki jih lahko uporabljamo za naše potrebe. Razpoložljive količine so v primeru podzemnih vodnih virov v osnovi odvisne od stopnje

Slika 2: Karta razpoložljive količine podzemne vode

Vir: Andjelov in sod., 2016b

Razpoložljive količine podzemne vode v obdobju 1981-2010

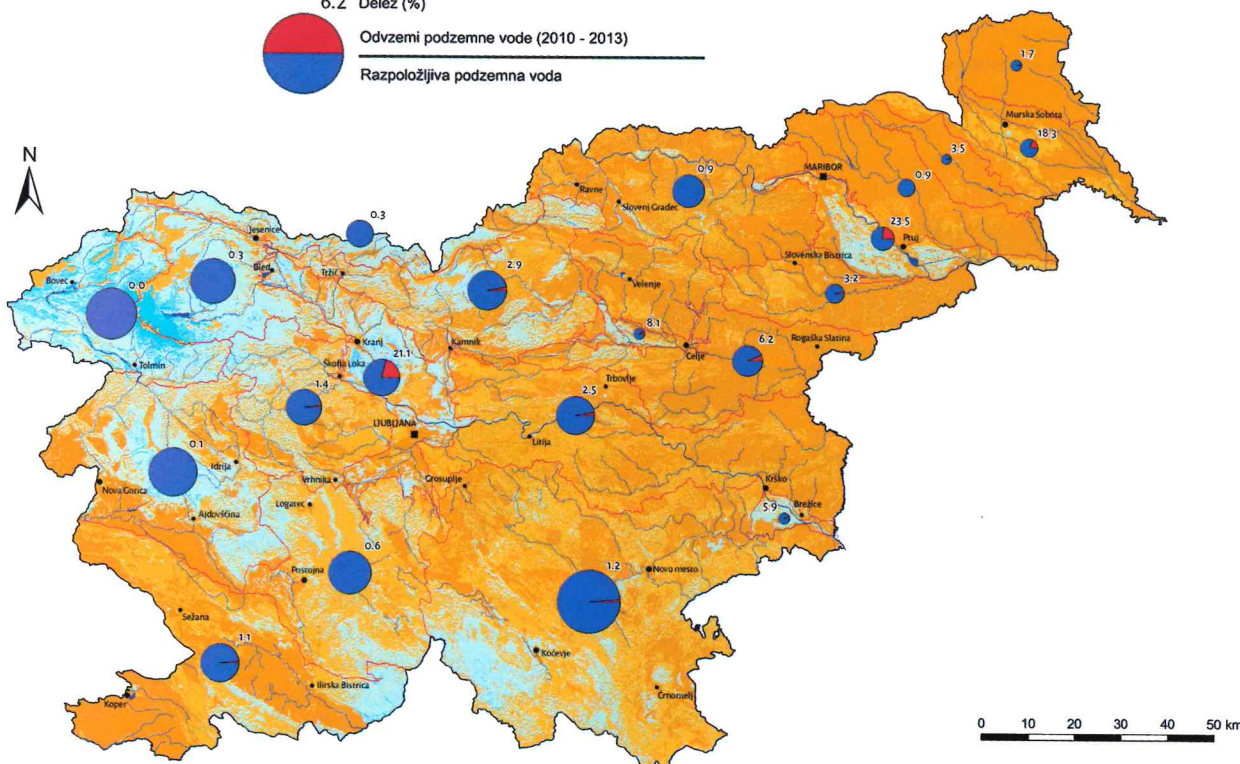


6.2 Delež (%)



Odvzemi podzemne vode (2010 - 2013)

Razpoložljiva podzemna voda



obnavljanja oziroma napajanja podzemne vode. Praviloma velja, da dolgoročno ne smemo odvezati večje količine vode kot se jo lahko obnovi, saj bi v nasprotnem primeru lahko prišlo do trajnih in nepopravljivih sprememb.

Gladina podzemne vode in pretok izvirov sta osnovna parametra, s katerima spremljamo količinsko stanje podzemne vode. Z dolgoročnimi meritvami teh parametrov lahko zaznamo neugodne trende (na primer zniževanja gladine podzemne vode ali zmanjševanja pretokov izvirov), povezane z odvzemi, in potem ustrezno ukrepamo. V nekaterih primerih pa gladina podzemne vode oziroma pretok izvirov nista edina parametra, ki odražata količinsko stanje vodonosnikov. Podzemna voda je del hidrološkega sistema oziroma kroga in je neločljivo povezana z drugimi deli sistema. Posledice prekomernih odvzemov se zato lahko odražajo kot poslabšanje ekoloških razmer v površinskih vodah ali poškodbe ekosistemov, odvisnih od podzemne vode. Prav tako lahko povzročijo vdore onesnažene ali slane vode, ki poslabšajo kakovost podzemne vode in s tem možnost njene rabe. Da bi se izognili tovrstnim neugodnim posledicam in uveljavili koncept trajnostne rabe vodnih virov brez

povzročanja škodljivih okoljskih in drugih posledic, so države EU sprejele Okvirno vodno direktivo. Ta opredeljuje razpoložljive količine podzemne vode z dolgoročno povprečno letno stopnjo količinskega obnavljanja podzemne vode, zmanjšano za dolgoročni letni pretok, ki je potreben za ohranjanje ekološkega stanja površinskih voda in ekosistemov, odvisnih od podzemne vode. Direktiva tudi določa načela in splošni metodološki pristop ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda. Za namene upravljanja voda je na območju Slovenije določenih 21 vodnih teles podzemne vode. Agencija Republike Slovenije za okolje je v skladu s smernicami omenjene Direktive in na podlagi izvedenih meritev ter analiz ocenila, da je stanje v obdobju 2010–2013 v vseh plitvih vodonosnikih v Sloveniji dobro. V obravnavanem obdobju so letni odvzemi znašali v povprečju za celotno območje države 3,1 % razpoložljive podzemne vode (Andjelov in sod., 2016a). Odvzemi niso povzročili poslabšanja ekološkega stanja površinskih vodnih teles niti poškodb ekosistemov, odvisnih od podzemne vode (Janža in sod., 2016). Analiza trenda gladin podzemne vode pa nakazuje nekaj območij z manjšim tveganjem za ohranjanje dobrega količinskega stanja.

Gladina podzemne vode in pretok izvirov sta osnovna parametra, s katerima spremljamo količinsko stanje podzemne vode.

Slika 3: Kmetijska zemljišča v okolici črpaljšč
Foto: Aleš Smrekar.



Razmere na državni ravni za plitve vodonosnike so dobre in odražajo vodnatost Slovenije (slika 2). V splošnem to drži, vendar pa lahko lokalne hidrogeološke razmere močno omejujejo izkoristljivost potencialno razpoložljivih količin za rabo. Zato se lokalno in občasno, ob dolgotrajnejših sušnih obdobjih, pojavljajo težave z zagotavljanjem zadostnih količin podzemne vode za oskrbo prebivalstva s pitno vodo.

Obremenjevanje podzemne vode

Voda je z onesnaževali, ki preprečujejo ali omejujejo njeno neposredno rabo, obremenjena zaradi vplivov človekovega delovanja ali pa zaradi naravnih geoloških procesov, na katere ljudje nimamo vpliva in so posledica naravnih danosti. Primer slednjega so visoke koncentracije železa in mangana, pa tudi fluorida, arzena ali selen, ki so značilen spremljajoč pojav na sušnih, puščavskih območjih z zelo malo padavinami.

Pa vendar je človek tisti, ki s svojo vseprisotnostjo najbolj bremeni podzemno vodo predvsem s širjenjem poselitve, razvojem industrijskih dejavnosti in intenziviranjem kmetijstva (slika 3). Ponekod smo podzemne vode onesnažili do mere, da niso (bile) več uporabne za prehranske, pa tudi druge namene v gospodinjstvu. Sledi onesnaževal, ki so v okolju posledica delovanja človeka, pa se v podzemnih vodah, ki so obnovljive, zaznavajo po vsej zemeljski obli. Vzrok za prisotnost onesnaževal v podzemni vodi so dolgotrajno neustrezno ravnanje z odpadno vodo, tudi padavinsko z utrjenih površin in ne samo komunalno in industrijsko, neobvladovanje industrijskih emisij onesnaževal v zrak, tla in vode, neustrezno ravnanje z odpadki iz industrije, v procesih izkoriščanja mineralnih surovin in iz gospodinjstev, neustrezna in prekomerna raba zaščitnih sredstev rastlin in hranil v kmetijstvu, kakor tudi prenizko zavedanje o posledicah uporabe velike množice umetno proizvedenih kemikalij, ki so se v nekaj desetletjih naenkrat znašle v našem okolju in nam močno olajšale naš vsakdan. A za visoko okoljsko ceno.

Se zavedamo obremenitev?

Podzemna voda je očem skrita, zato so pogosto prikriti tudi vplivi človekovega delovanja nanjo. Z večjim obsegom raziskovalnega dela in z uporabo sodobnih merilnih metod se povečuje tudi obseg podatkov, razvoj orodij za njihovo analizo pa nam omogoča boljše razumevanje dinamike podzemne vode in vplivov lokalnih ali širših okoliških geoloških struktur, kakor

tudi površinskih vod nanjo, ter obratno. Kljub temu pa zaradi dejstva, da podzemno vodo »vidimo« le posredno, preko meritev, dojemamo onesnaženje v podzemni vodi na drugačen način kot dojemamo onesnaženje površinskih vod, kot so reke, jezera ali morje. Splošna javnost je zaradi onesnaženja podzemne vode manj zaskrbljena kot zaradi onesnaženja površinskih vod, čeprav je njen vpliv na človekovo zdravje pomemben, saj je podzemna voda glavni vir pitne vode.

Priznati bo treba, da je usoda podzemnih vod prav zaradi njihovega skritega značaja bolj negotova kot bi bila sicer. Stroka potrebuje več strokovnih argumentov, da v množici v nebo vpijočih okoljskih problemov in dnevno vročih novic, zanimivih za javnost, prebudi odločevalce za kakršne koli konkretne ukrepe. Istočasno potrebuje več strokovnih argumentov in podpore politične moči, da se raba prostora usmerja tako, da so vplivi na podzemne vodne vire še sprejemljivi. Poleg tega stroški, povezani z varovanjem, zaščitnimi ali popravnimi ukrepi za podzemne vode, hitro narastejo čez razumne meje, ki jih prenesejo okoljevarstveni proračuni.

Kako zmanjšati obstoječe obremenitve?

Reševanje problematike onesnaženja podzemnih vod je pogosto prepuščeno okolju, kjer se onesnaževala razredčujejo, začasno zadržujejo in razgrajujejo s kemičnimi, biološkimi in mikrobiološkimi procesi. Rešitve seveda obstajajo. Dandanes so v svetu poznane številne remediacijske tehnologije, od katerih nekatere potekajo kar v vodonosniku samem in ne zahtevajo odvzema podzemne vode na površino, kjer jo je tudi možno očistiti s tehnologijami čiščenja onesnaženih vod. In-situ tehnologije posnemajo naravne procese v vodonosniku ali jih pospešijo (na primer z injiciranjem mikroorganizmov ali nanodelcev, tudi vgrajevanjem pregrad, na katerih potekajo procesi). Na poti do odločitev zanje predstavlja prvi korak analiza stroškov in koristi, v kateri so pomemben element ne le investicijski stroški in stroški dela, ampak tudi neotipljivi stroški in koristi. Med te uvrščamo čisto ali nečisto okolje, zadovoljstvo in nezadovoljstvo prebivalcev nad delom lokalne skupnosti in države, vpliv na zdravje, turizem itd. A za zdravljenje ran podzemne vode velja podobno kot za celjenje človeških ran: v okolju je čas dober zdravnik. In to »metodo« s pridom uporabljamo tudi pri nas. Če smo potrpežljivi in znamo počakati leta ali desetletja, narava zaceli marsikatero rano. Tako kažejo tudi rezultati monitoringa kakovosti podzemne vode v Sloveniji.

Sledi onesnaževal, ki so v okolju posledica delovanja človeka, se v podzemnih vodah, ki so obnovljive, zaznavajo po vsej zemeljski obli.

Kje so podzemne vode v Sloveniji najbolj obremenjene?

V Sloveniji je že desetletja dolgo poznano, da so zaradi človekovega delovanja najbolj obremenjena vodna telesa podzemne vode v osrednjem in severovzhodnem delu Slovenije, kjer so pretežno vodonosniki z medzrnsko poroznostjo. Povečane koncentracije onesnaževal pripisujemo več vzrokom, katerih vplivi se seštevajo ali celo potencirajo. Med drugim nizki globini do podzemne vode, nizki globini vodonosnih plasti, majhni letni količini padavin, ki se proti vzhodu Slovenije znižuje, in tudi vplivom človeka. Pri istih vplivih človeka bi bil vpliv na kakovost podzemne vode na drugih območjih, kjer je obnavljanje podzemne vode intenzivnejše, globina do njene gladine večja in kjer se v tleh nahajajo večje količine podzemne vode, manjši. Z vidika fizikalno-kemijskih onesnaževal je podzemna voda kraških in razpoklinskih vodonosnikov, kjer je poselitev redka, bolj kakovostna. Z vidika mikrobioloških parametrov, ki so ključni za oceno zdravstvene ustreznosti podzemne vode za oskrbo s pitno vodo, pa podzemna voda kraških vodonosnikov zaradi kratkega zadrževalnega časa in lastnosti, ki so primerljive z lastnostmi površinske vode, ni najustreznejši vir in potrebuje dodatno pripravo.

Slovenska zakonodaja formalno določa standarde kakovosti za tri kemijske parametre podzemne vode: nitrate, pesticide in vsoto pesticidov,

določa pa tudi dodatne standarde kakovosti, tako imenovane vrednosti praga za onesnaževala iz vrst lahko hlapnih halogeniranih ogljikovodikov, ki se uvrščajo med organska topila. Ta informacija tudi pove, katera onesnaževala z vidika obremenjevanja podzemne vode v Sloveniji zahtevajo največjo pozornost. Okoljski predpisi tudi omogočajo, da se na seznam snovi, ki zahtevajo posebno obravnavo zaradi varovanja zdravja ljudi, vključijo tudi druge snovi.

Zmanjševanje koncentracije pesticida atrazina in razgradnega produkta desetilatrazina v podzemnih vodah Slovenije v zadnjem desetletju je uspešen primer vpliva evropske okoljske zakonodaje, saj se je z omejevanjem in prepovedjo večkomponentnih pripravkov

Slovenska zakonodaja formalno določa standarde kakovosti za tri kemijske parametre podzemne vode: nitrate, pesticide in vsoto pesticidov.

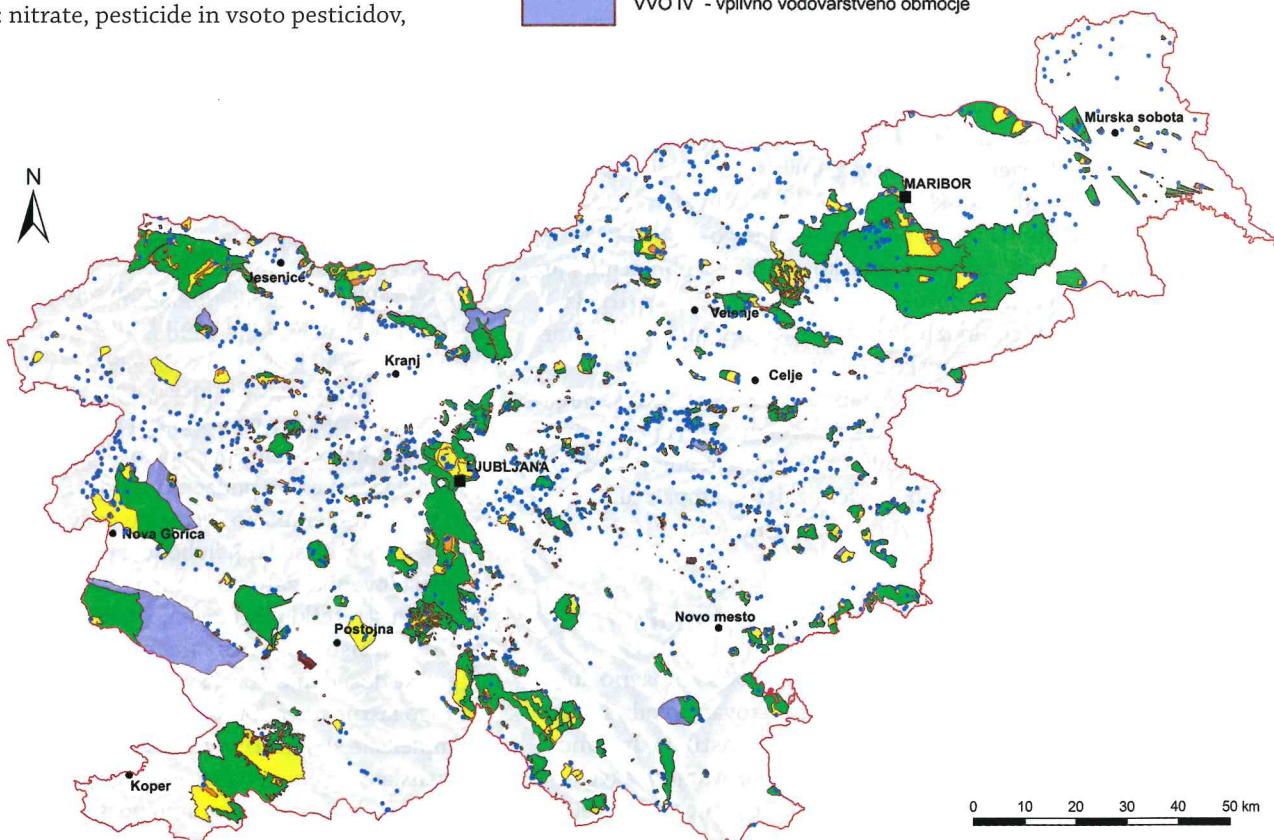
• zajetje v sistemu javne oskrbe s pitno vodo

VODOVARSTVENA OBMOČJA

	VVO 0 - območje zajema
	VVO I - najožje vodovarstveno območje
	VVO II - ožje vodovarstveno območje
	VVO III - širše vodovarstveno območje
	VVO IV - vplivno vodovarstveno območje

Slika 4: Vodovarstvena območja in zajetja v sistemu javne oskrbe s pitno vodo

Vir: ARSO, 2017



na osnovi atrazina uspešno obrnil trend njunih koncentracij navzdol. Koncentracije so se ponekod zmanjšale pod mejo določljivosti metod, seveda pa še ne povsod. Z omejevanjem ene vrste pripravkov za zaščito rastlin pa se tveganje, da se v podzemni vodi ne bi pojavile druge nevarne snovi, ne odpravlja popolnoma, saj so nekoč uporabljene pripravke za zaščito rastlin zamenjali drugi, ki lahko ob nepravilni in prekomerni rabi prav tako škodujejo okolju. Pozornost zato ni odveč.

Rastlinska zaščitna sredstva je v kmetijstvu moč nadomestiti in na nekmetijskih zemljiščih zahtevati mehanske načine zatiranja rastlinskih škodljivcev, a rastlinskih hranil v kmetijstvu ni moč prepovedati. Lahko jih samo reguliramo, to je nadzorujemo količino in vrsto hranil, skrbno tehtamo čas uporabe glede na rastno dobo in vremenske razmere ter se poslužujemo drugih ukrepov dobre kmetijske prakse. Tako posredno vplivamo, da se hranila, ki jih rastline niso uspele izkoristiti, v okolje spirajo v čim manjši meri. Vtis je, da ukrepi v kmetijstvu za zmanjševanje prisotnosti nitratov doslej niso tako učinkoviti kot pri pesticidih, a je ta morda zavajajoč. Vendarle pa velja, da so podzemne vode v Sloveniji še marsikje prekomerno obremenjene z nitrati in da padajoči trendi niso tako zaznavni kot na primeru pesticida atrazina.

Varovanje vodnih virov

Osnovna problematika upravljanja virov podzemne vode je, kako zaustaviti nadaljnje poslabšanje stanja že obremenjenih vodnih virov, kako obrniti tok poslabšanja k izboljšanju in kako ohraniti še neobremenjene vire pitne vode. Slovenija je prevzela obvezo, ki izhaja iz Okvirne vodne direktive, da naj bi do leta 2015 za vsa vodna telesa podzemne vode dosegla dobro količinsko in kemijsko stanje. Na območjih, kjer ta cilj ni dosežen, mora Slovenija ukrepati, da zaščiti in izboljša stanje vodnih teles podzemne vode. Evropske smernice države članice usmerjajo k zaščiti in preprečitvi poslabševanja količinskega in kakovostnega stanja podzemnih vod v vodonosnikih na celotnem območju države, torej ne samo k zaščiti zajetih, ampak tudi potencialnih virov podzemnih vod.

Kaj so vodovarstvena območja?

Zakon o vodah opredeljuje vodo kot javno dobro. S tem zakonom je tudi zavarovanje vodnih virov prišlo iz občinske (lokalne oblasti) na državno raven. To pomeni, da se zavarovanje vsakega vodnega vira v javni oskrbi s pitno vodo uveljavi z državno uredbo, ki jo sprejme Vlada RS.

Strokovne podlage za varovanje vodnih virov so bile pred tem izdelane po različnih metodologijah in kot take odražajo različne rešitve, ki jih te metodologije omogočajo. Sedaj se vodovarstvena območja določajo po enotni metodologiji, ki jo določa Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja. Namen vodovarstvenih območij je uveljavitev posebnih ukrepov za preprečevanje in omejevanje točkovnih in razpršenih virov onesnaževanja, ki lahko vplivajo na kakovost pitne podzemne vode. Velikost vodovarstvenih območij se glede na vrsto podzemnega vodnega telesa in hidrogeoloških značilnosti napajalnega območja določi na podlagi kriterijev, določenih z omenjenim Pravilnikom. Vodovarstveno območje mora biti določeno tako, da je na njem omogočeno izvajanje vodovarstvenega režima v obsegu in na način, ki zagotavlja ohranjanje naravnega stanja vodnega telesa. Zaščitni ukrepi, prepovedi in omejitve na vodovarstvenih območjih se nanašajo predvsem na gradnjo objektov in naprav, a tudi na določene pogoje za izvajanje dejavnosti, kot so rudarstvo, kmetijstvo, promet in drugo. Poleg vodnih teles, ki se uporabljajo za javno oskrbo s pitno vodo, se lahko zavaruje tudi tista, ki se uporabljajo za odvzem mineralne, termalne, termomineralne ali druge podzemne vode za proizvodnjo pijač.

Od skupno 2083 vodnjakov oziroma zajetij v sistemu javne oskrbe s pitno vodo, jih je danes z vodovarstvenimi območji zavarovanih 1769. Njihova površina zavzema 17,4 % slovenskega ozemlja (slika 4).

Pogled naprej

Pri današnjem stanju okolja, predvsem pa pritiskih in ogroženosti vodnih virov, se poraja vprašanje, kako izpeljati ukrepe, ki bodo zagotovili prevoj naraščajoče obremenjenosti podzemnih vod, ter na drugi strani ohranjati še neobremenjene, vendar dokaj ali mestoma precej ogrožene vire podzemne vode. Podzemni viri pitne, mineralne in termalne vode so neprecenljivi za sedanjí in bodoči regionalni razvoj Slovenije, zato terjajo te naravne danosti poseben strateški raziskovalno-razvojni pristop in sistemske instrumente zaščite. Številne dosedanje raziskave so opredelile mnogo lastnosti vodonosnih sistemov, zaradi kompleksne strukturno-geološke zgradbe slovenskega ozemlja pa so ostala odprta številna vprašanja, katerim se moramo posvetiti v bodoče. Posebno pozornost je potrebno posvetiti

**Zakon o vodah
opredeljuje vodo kot
javno dobro.**

**Vodovarstveno
območje mora biti
določeno tako,
da je na njem
omogočeno izvajanje
vodovarstvenega
režima v obsegu
in na način,
ki zagotavlja
ohranjanje
naravnega stanja
vodnega telesa.**

obremenitvam vodonosnih sistemov zaradi antropogenih vplivov industrije, urbanizacije in prometa. Posledica antropogenega vpliva na okolje so tudi podnebne spremembe, ki se odražajo v veliki meri tudi v vodnem režimu in v večji frekvenci ekstremnih dogodkov (poplav, suš), zmanjšanju količin razpoložljive podzemne vode itd.

Poznavanje obremenitev in vplivov podzemne vode, predvsem tam, kjer je ta vir pitne vode, je ključna za vsakodnevne odločitve v procesu oskrbe s pitno vodo, kakor tudi odločitve, ki imajo dolgoročne posledice. Nitrati in pesticidi niso edine spojine, ki danes ogrožajo vire pitne vode, saj so to spojine, katerih nevarnosti se že dobro zavedamo, poznamo dolgoletne trende in vemo, katere ukrepe za zmanjševanje vplivov je treba izvesti. Moč je pričakovati, da se bomo v prihodnje vse bolj ukvarjali s spojinami okrog nas, tudi v podzemni vodi, ki so posledica sodobnega načina življenja in jih najdemo v vsakem gospodinjstvu – tako v kopalnici, kot v kuhinji. Emisije iz industrije in kmetijstva si človeštvo bolj ali manj uspešno prizadeva imeti pod nadzorom. Trenutno še brez učinkovitih ukrepov pa ostaja vpliv vse bolj razširjene uporabe kemikalij v naših domovih. Težko razgradljive organske snovi iz gospodinjstev že spremljamo v odpadni vodi in v površinskih vodah, ki sprejemajo očiščene odpadne vode. V virih pitne vode pa jih v splošnem še ne ugotavljamo nad mejami določljivosti analiznih metod. Morda imamo še čas, da kaj ukrenemo.

Pa naj se za konec vrnemo k razmisleku o klasičnem onesnaževalu podzemne vode, kot je navadna kuhinjska sol. V zadnjih 20 letih so se koncentracije klorida, ki pretežno izvira iz soljenja cest, v enem od opazovalnih mest podzemne vode v Ljubljani zvišale za trikrat. Plati zvona ne bijemo, ker klorid zdravju v teh koncentracijah ne škoduje. Pojav pa nazorno prikazuje vpliv sodobnega načina življenja na okolje. Če želimo živeti v varnem in zdravem okolju, bomo morali k njegovemu ohranjanju nekaj prispevati tudi sami in ne smemo čakati samo na odločevalce. Vprašajmo se, ali je v

zasneženih zimskih jutrih res upravičeno pričakovati kopne ceste in pločnike? Bolj prav je vstati pol ure prej in narediti kakšen korak več v dobro vodnih virov, pa tudi flore in favne in ne nazadnje celotne urbane infrastrukture. Smo se v dobro vseh nas in prihodnjih generacij že pripravljeni odpovedati svojemu najljubšemu parfumu, ki ga uporabljamo vsako jutro?

Viri in literatura

1. Andjelov, M., Frantar, P., Mikulič, Z., Pavlič, U., Savič, V., Souvent, P. in Uhan, J. (2016a). Ocena količinskega stanja podzemnih voda za Načrt upravljanja voda 2015–2021 v Sloveniji 2016, *Geologija* 59/2, 205–219.
2. Andjelov, M., Savič, V., Janža, M., Šram, D., Mezga, K. in Uhan, J. (2016b). Karta razpoložljivih količin podzemne vode ter razmerja med črpanimi količinami podzemne vode (2010–2013) in razpoložljivo količino podzemne vode (1981–2010), Agencija RS za okolje in Geološki zavod Slovenije.
3. ARSO (2011). Program monitoringa stanja voda za obdobje 2010–2015, Agencija RS za okolje, Ljubljana.
4. ARSO (2017). Atlas okolja (<http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>), Agencija RS za okolje.
5. Boswinkel, J. A. (2000). Information Note. International Groundwater Resources Assessment Centre, Netherlands Institute of Applied Geoscience, Amsterdam.
6. Janža, M., Šram, D., Mezga, K., Andjelov, M. in Uhan, J. (2016). Ocena potrebnih količin podzemnih voda za ohranjanje ekosistemov in doseganje dobrega ekološkega stanja površinskih voda, *Geologija* 59/2, 221–232.
7. Prestor, J., Meglič, P., Janža, M., Bavec, M. in Komac, M. (2008). Hidrogeološka karta Slovenije 1 : 250.000. Geološki zavod Slovenije.
8. SURS (2015). Kazalniki za vode, Slovenija, leto 2015. Statistični urad Republike Slovenije, Ministrstvo za okolje.