



SKRITO NAJ POSTANE VIDNO – O GLOBALNEM IN LOKALNEM RAZUMEVANJU PODZEMNIH VOD

prof. dr. MIHAEL BRENČIČ¹

Povzetek

Prispevek izhaja iz razvojnega poročila Združenih narodov za vodo za leto 2022, ki je bilo posvečeno podzemni vodi pod geslom »Skrito naj postane vidno«, in s tem povezanega svetovnega dneva voda. Podan je pregled izhodišč za izbor teme svetovnega dneva voda, nato pa so povzeti osnovni poudarki razvojnega poročila. Prikazane so osnovne značilnosti globalne bilance podzemne vode, njena vloga in pomen ter upravljanje in vladovanje podzemne vode. Osvetljena je tudi vloga podzemne vode po nekaterih pomembnejših sektorjih: v kmetijstvu in ekologiji ter s stališča odpornosti na podnebne spremembe.

Ključne besede: kmetijstvo, menedžment, podzemna voda, Slovenija, spremembe podnebja, svetovni dan voda, vladovanje, vodna bilanca.

Abstract

The paper is based on the United Nations Water Development Report 2022, which focuses on groundwater under the theme »Making the Invisible Visible,« and the associated World Water Day. It provides an overview of the background to the selection of the theme for World Water Day and then summarises the key points of the development report. The main features of the global groundwater balance, the role and importance of groundwater, and groundwater governance and management are presented. The role of groundwater is also highlighted by some of the major sectors, in agriculture, in ecology, and from the perspective of resilience to climate change.

Keywords: agriculture, climate change, governance, groundwater, management, Slovenia, water balance, world water day.

¹ Prof. dr. Mihael Brenčič, univ. dipl. inž. geol., Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo in Geološki zavod Slovenije



1. UVOD

Svetovni dan voda 22. marca 2022 in s tem tudi letošnje leto sta posvečena podzemni vodi. Na ta dan je izšlo razvojno poročilo Združenih narodov (UN, 2022), naslovljeno »Podzemna voda: Skrito naj postane vidno«² (ang. Groundwater: Making the invisible visible³). To poročilo je rezultat večletnega usklajevanja številnih mednarodnih organizacij, obenem pa delo mnogih uveljavljenih hidrogeologov in drugih strokovnjakov s področja voda. Čeprav gre za usklajen in izpogajan dokument, je to v tem trenutku verjetno najcelovitejši pregled globalnega stanja podzemne vode. Pomemben ni le kot še eden v nizu dokumentov, ki spremljajo vsakokratni svetovni dan voda, temveč je tudi plod širšega spoznanja, da je podzemna voda del rešitve problema podnebnih sprememb. Hkrati pa podzemna voda predstavlja nov porajajoči se problem tam, kjer prihaja do njene pretirane rabe za potrebe namakanja poljščin (npr. Kitajska, Indija, zahod ZDA, Bližnji vzhod). Problematika podzemne vode je tesno povezana s cilji trajnostnega razvoja Združenih narodov v okviru Agende 2030, še zlasti pa s ciljem 6, označenim tudi kot SDG6 (ang. Sustainable Development Goals – SDG), imenovanim »Čista voda in sanitacija« (ang. Water and Sanitation). Svetovni dan voda vsako leto pridobiva pomen, zato je dejstvo, da je bil v letu 2022 posvečen podzemnim vodam, še posebej pomenljivo.

Svetovni dan voda, ki ga obeležujemo vsako leto 22. marca, je pomemben dogodek za razumevanje vode in zaščito vodnih virov. Če ugotavljamo, da zanimanje za vode večinoma ni dovolj ustrezno, pa se na ta dan problematika voda pojavi v vseh medijih. Strokovnjaki in strokovna združenja hitijo podajati izjave, prirejati tiskovne konference, mnogi med njimi pa se pojavijo tudi na televiziji in radiu. Glede na podnebno krizo, ki smo je deležni tudi na območju Slovenije (npr. intenzivna poletna suša v letu 2022 ter silovite in kratkotrajne nevihte), vse bolj ugotavljamo, da so podnebne spremembe hkrati tudi spremembe v vodnem krogu, obenem pa so spremembe v vodnem krogu tudi podnebne spremembe. Podnebje in vodni krog sta med seboj tesno povezana v veliki povratni zanki, kjer ena in druga komponenta Zemljinega sistema vplivata druga na drugo. Tega se vse bolj zavedajo tudi v mednarodnem političnem okolju in zato skoraj vsi mednarodni dejavniki (mednarodne organizacije, nekatere vlade) že govorijo tudi o globalni vodni krizi. To je vzrok, zakaj razpravam in opozorilom o podnebnih spremembah sledijo tudi opozorila o spremembah vodnega kroga.

Datum svetovnega dneva voda je le mednarodni dogovor in kot takšen ne zaznamuje nobene pomembne zgodovinskega dogodka. Ta dan je bil predlagan z Agendo 21 na konferenci Združenih narodov o okolju in razvoju v Rio de Janeiru leta 1992. Decembra istega leta je Generalna skupščina Združenih narodov sprejela resolucijo, s katero je vsakokratni 22. marec razglasila za svetovni dan voda. Dan je namenjen promociji trajnostnega upravljanja in zaščiti sladkih voda⁴. Za pripravo razvojnega poročila o vodi in za organizacijo dneva voda je zadolžen medagencijski organ Združenih narodov, imenovan ZN-Voda (ang. UN-Water), ki predstavlja koordinacijo med različnimi mednarodnimi agencijami in združenji.

² Slovenski prevod je nastal v širši razpravi med člani Slovenskega društva za zaščito voda.

³ Avtor namerno navaja tudi angleške naslove, saj je v nekaterih primerih zelo težko podati povsem natančne prevode.

⁴ V slovenščini je sladka voda nekoliko ponesrečen prevod angleškega izraza »fresh water«. Ponuja se več »sorodnih« izrazov, na primer celinske vode in sveža voda, ki povsem ne ustrezajo.

Prvi svetovni dan voda je potekal leta 1993 in je bil brez osrednje teme, naslednji, leta 1994, pa je že imel izbrano temo z naslovom »Skrb za vodne vire je skrb vseh« (ang. Caring for our Water Resources is Everybody's Business). Od tega leta je bil vsak svetovni dan voda posvečen določeni vodilni temi. Tako je bil dan leta 2020 posvečen temi »Voda in podnebne spremembe« (ang. Water and Climate Change), leta 2021 je bila tema dneva »Vrednotenje vode« (ang. Valuing Water). Svetovni dan voda v letu 2022 ni bil prvi dan voda, ki je bil posvečen podzemni vodi. Ta je bila tema dneva že leta 1998 z naslovom »Podzemna voda: nevidni vir« (ang. Groundwater: The Invisible Resource).

Zaradi pomena svetovnega dneva voda so razvojna poročila o vodi vsako leto temeljitejša, podrobnejša in skrbneje sestavljena. Še zlasti bo pomembno poročilo, ki bo pripravljeno za leto 2023. Uradno bo luč zagledalo 22. marca 2023, ko se bo na svetovni dan voda začela konferenca Združenih narodov o vodi, ki bo potekala v New Yorku v soorganizaciji Tadžikistana in Nizozemske. To bo prva globalna konferenca o vodi po konferenci v Dublinu na Irskem, kjer je bila 31. januarja leta 1992 sprejeta Dublinska deklaracija o vodi in trajnostnem razvoju (ang. The Dublin Statement on Water and Sustainable Development). Kot kažejo vesti iz diplomatskih krogov, pa tokrat v New Yorku ne bo skupne deklaracije. Podan naj bi bil le sklep k zavezanosti za trajnostno ravnanje z vodo. Tematike razvojnega poročila o vodi in s tem tudi svetovnega dneva voda so dogovorjene že nekaj let vnaprej. Tako bo predvideni naslov prihodnjega dneva voda v letu 2023 »Pospešimo spremembe s partnerstvi in sodelovanjem« (ang. Accelerating Change through Partnerships and Cooperation), leta 2024 pa naj bi bila vodilna tema svetovnega dneva voda »Voda in mir« (ang. Water and Peace).

V Sloveniji podzemna voda igra pomembno vlogo. Skoraj v celoti je vir pitne vode. Poleg tega ugotavljamo, da je pomembna tudi njena ekološka vloga; podzemna voda je ekosistem, hkrati pa je od nje odvisnih tudi veliko ekosistemov na površju, kamor sodijo skoraj vsa naša mokrišča. Navsezadnje pa iz leta v leto ugotavljamo, da je podzemna voda tudi vir energije; na eni strani je vir ogrevanja, na drugi pa je lahko tudi vir hlajenja stavb. Tudi v Sloveniji spoznavamo, da je podzemna voda integralni del vodnega kroga, pri čemer s spremembami v enem delu kroga vplivamo tudi na druge dele tega sistema. Zato je prav, da si ogledamo osnovne poudarke razvojnega poročila Združenih narodov o vodi, ki je v letu 2022 posvečeno podzemni vodi, hkrati pa se dotaknemo njenega razumevanja tako na lokalni ravni kot v globalnem merilu. Vsi podatki, ki jih podajamo v nadaljevanju, so povzeti iz razvojnega poročila o vodi za leto 2022 (UN, 2022), razen tam, kjer je to drugače označeno. Ti podatki so pomembni, ker se v marsičem razlikujejo od starejših podatkov, in na novo postavljajo družbeno-politična razmerja do podzemne vode.

2. STANJE PODZEMNIH VODA

Podzemna voda na Zemlji predstavlja kar 99 % vseh količin sladke vode⁵. Človek je že od svojega začetka odvisen od podzemne vode. Že v daljni preteklosti je zajemal vodo na izviroh, iz paleolitika pa so znani izkopi, s katerimi je zajemal vodo v tleh. Vendar se je v 20. stoletju iz-

⁵ To je podatek, ki se je v strateških dokumentih začel pojavljati šele v zadnjem času. Ocena verjetno ni povsem ustrezna, saj ni jasno, kateri deli vodnega kroga so vključeni v bilančni izračun.



koriščenje podzemne vode ekstremno povečalo. Leta 2017 je črpanje podzemne vode znašalo 953 km³/leto. Za primerjavo, to predstavlja nekaj manj kot 15 % povprečnega pretoka največje svetovne reke Amazonke. Navkljub visokim številkam črpanje podzemne vode predstavlja le 25 % vse sladke vode, ki jo človeštvo uporablja na globalni ravni. Primerjava količin črpanja s predhodnim obdobjem, torej izračunom za leto 2010 (Margat in Van der Gun, 2013), kaže, da se v zadnjem obdobju količina črpanja na globalni ravni ni spremenila. Najvišja rast črpanja podzemne vode je bila prisotna v obdobju od leta 1950 do 1980, po tem pa se je nekoliko upočasnila. Stopnja rasti porabe podzemne vode je povezana predvsem z rastjo svetovnega prebivalstva. Pri tem pa je skrb vzbujajoče prav to, da prihaja do zmanjševanja uskladičenja podzemne vode.ocene kažejo, da se letno izčrpa med 100 do 200 km³ podzemne vode, ki se ne obnavlja, kar predstavlja delež med 15 do 25 %.

Na regionalni ravni, po celinah, se količine črpanja podzemne vode med seboj zelo razlikujejo. To je odvisno od medsezonskih nihanj padavin kot tudi od trenutnih aktivnosti kmetijstva in industrije. Največji potrošnik podzemne vode je Azija, z največjim deležem v južni in zahodni Aziji. V tem predelu sveta se načrpa kar 75 % vse podzemne vode. Največje potrošnice podzemne vode si po vrstnem redu sledijo tako: Indija, Kitajska, Pakistan, Iran, Indonezija, Bangladeš, Savdska Arabija in Turčija. Po količini načrpane podzemne vode sledi Severna Amerika s 16 %, kjer sta največja potrošnika ZDA in Mehika. Čeprav v Afriki živi 17 % vseh ljudi, pa se na tej celini izčrpa manj kot 5 % globalnih količin podzemne vode. V Evropi se načrpa le 7 % globalnih količin podzemne vode.

Glede na rabo se največ podzemne vode načrpa za potrebe kmetijstva, kar 69 % vse načrpane vode, od tega se je največ uporabi za namakanje. Za potrebe oskrbe prebivalstva s pitno vodo se uporabi 22 % podzemne vode, preostalih 9 % pa za potrebe industrije.

3. VLOGA PODZEMNE VODE

Podobno kot danes govorimo o ekosistemskih storitvah, lahko tudi pri podzemni vodi govorimo o zagotavljanju storitev. Te so odvisne od geografskega položaja in dinamike naravnih ter človeških procesov. Te storitve vključujejo:

- Storitve preskrbe – te omogočajo, da ljudje uporabljamo podzemno vodo za oskrbo z vodo za različne namene.
- Storitve reguliranja – te omogočajo, da podzemna voda deluje kot blažilec ali pufer, ki zagotavlja ustrezno količino in kvaliteto vode.
- Storitve podpore – zagotavljanje vode za od podzemne vode odvisne ekosisteme in drugih okoljskih dejavnikov, ki so odvisni od nje.
- Kulturne storitve – z nekaterimi vodonosniki so povezane rekreativne dejavnosti, podzemna voda pa je povezana s številnimi tradicijami, religijo in duhovnimi vrednostmi.

Poleg prej naštetega podzemna voda ponuja še številne druge priložnosti. Te so uporaba geotermalne energije, povečanje uskladičenja vode za zagotavljanje vodne varnosti in prilagoditve na podnebne spremembe v najširšem pomenu.

4. UPRAVLJANJE S PODZEMNO VODO

Upravljanje s podzemno vodo in vodami nasploh je v slovenski strokovni terminologiji zelo širok pojem, ki ima v uveljavljeni angleški terminologiji precej ožji, zaradi tega pa tudi jasnejši pomen ter predstavlja del širšega pristopa k vodam. Upravljanje podzemne vode, kakor ga razumemo v Sloveniji, predstavlja naslednje pojme: vladovanje⁶ (ang. governance), upravljanje (ang. management), načrtovanje (ang. planning), spremljanje (ang. monitoring) in politike (ang. policy) podzemne vode, ki so del integriranega upravljanja z vodnimi viri ali krajše IUUV (ang. Integrated Water Resources Management – IWRM). Razdelitev na te temeljne pojme IUUV bi morali začeti intenzivneje uveljavljati tudi v Sloveniji. Dosedanje prakse IUUV v globalnem merilu vodne vire večinoma obravnavajo le glede na tip vodnega vira; na primer upravljanje površinskih ali podzemnih vod. Pri tem se moramo zavedati, da je pojav vodnega kroga integralen, kar pomeni, da so vsi deli vodnega kroga med seboj povezani in da z vplivanjem na en del vodnega kroga vplivamo na drugi del in obratno. Zaradi tega so v zadnjem obdobju mednarodne vladne in nevladne organizacije začele spodbujati pristop »Vzajemnega upravljanja z vodami« (ang. Conjunctive Water Management), ki vodne vire razume kot celoto, obenem pa vse elemente vodnega kroga razume enotno (Van der Gun, 2020); tako podzemne in površinske vode med seboj ne ločuje več kot ločeni entiteti. Seveda pa je do izvajanja tega principa še dolga pot.

Vladovanje predstavlja udejanjanje politik na podlagi načrtovanja, upravljanja in spremljanja vodnih virov. Politike sprejemajo odločevalci, ki pa so v sistemu IUUV vsi relevantni deležniki na področju vod. Opraviti imamo z več ravnmi odločanja, v grobem pa lahko govorimo predvsem o dveh ravneh. Najvišja raven odločanja je odločanje deležnikov v sistemu IUUV, druga raven pa predstavlja operativno odločanje in je tesno povezana z upravljanjem. Tudi na tej ravni poteka sodelovanje z deležniki, predvsem pri določanju in umeščanju količin vode ter pri nekaterih aktivnostih zaščite vodnih virov. Spremljanje vodnih virov znotraj sistema IUUV pa moramo razumeti širše, kot navadno razumemo monitoring. Spremljanje poleg zasledovanja količinskega in kemijskega stanja vode obsega tudi spremljanje učinkovitosti upravljaljskih ukrepov. Vse prej naštetje je v tesni povezavi tudi z vladovanjem podzemni vodi.

V svetovnem merilu največji problem vladovanja podzemni vodi predstavlja lastništvo nad podzemno vodo in upravljanje z vodnimi pravicami v povezavi s podzemno vodo. V veliki večini držav članic Združenih narodov je podzemna voda v lasti lastnika zemljišča, pod katerim se podzemna voda nahaja. Takšna lastniška struktura do podzemnih vod je pogostejša kot v odnosu do lastništva površinskih vod, ki so pogostejše v javni ali državni lasti. Pri tem se pravice do podzemne vode, vezane na lastništvo, ločijo v dve skupini. Prvo predstavljajo izključne pravice lastnika in temeljijo na načelu prvega uporabnika, to je tistega, ki je začel vodo uporabljati prvi. V tem primeru ima tisti, ki si je prvi zagotovil vodne pravice, izključno prednost. Drugo skupino pravic pa še vedno predstavljajo pravice lastnika, vendar pa so vsi lastniki zemljišč skupnostno odgovorni za celoten vodonosnik ali telo podzemne vode. V okviru te pravne ureditve je pogosto v veljavi načelo, da lastnik zemljišča izkoriščanjem podzemne vode ne sme vplivati na sosednje zajeme. Iz zapisanega izhaja, da to v praksi celostnega upravljanja podzemne vode povzroča številne težave. Tretjo skupino pravic do podzemne vode

⁶ To je izraz, ki ga zagovarja slovenska politologija. V drugih strokah še ni dovolj uveljavljen, nekateri mu tudi nasprotujejo. Kateri je ustrezní slovenski prevod angleške besede »governance«, bo pokazal šele čas.



predstavljajo zakonodaje, ki podzemno vodo opredeljujejo kot naravno javno dobro. V to skupino držav sodi tudi Republika Slovenija. Prevladujoče prepričanje je, da je takšna ureditev najprimernejša, seveda pa to deluje le tam, kjer gre za razmeroma urejene politične sisteme in države, kjer upravni aparat opravlja svojo vlogo.

V okvir vladovanja podzemne vode bil lahko uvrstili tudi problematiko zakonodaje. Glede na globalno stanje in rabo podzemnih voda je sklep razvojnega poročila o vodah za leto 2022 (UN, 2022), da je treba najprej uveljaviti vladovanje od zgoraj navzdol in da so vlade posameznih držav tiste, ki bi morale uveljaviti ustrezne zakonodajne okvire ter nato poskrbeti za njihovo uresničevanje. Nabor zakonodaje, povezane s podzemno vodo, je zelo širok. Podobno izkušnjo in sistem imamo tudi v Republiki Sloveniji.

Najpomembnejša zakonodaja, povezana s podzemno vodo, je tista, ki ureja dostop do zdrave in čiste pitne vode v povezavi z ustreznimi sanitarnimi pogoji kot človekovo pravico. V Republiki Sloveniji je dostop do pitne vode vpisan v 70.a člen Ustave, ki določa, da ima vsakdo pravico do pitne vode, da so vodni viri javno dobro v upravljanju države ter da služijo prednostno in trajnostno oskrbi prebivalstva s pitno vodo in z vodo za oskrbo gospodinjstev ter v tem delu niso tržno blago. To v veliki meri izhaja iz sklepa Generalne skupščine Združenih narodov⁷ iz leta 2010, ki pa ne določa le pravice do pitne vode, temveč tudi tako imenovano pravico WASH, ki pomeni pravico do vode, sanitarij in higiene (ang. Water, Sanitation and Hygiene – WASH). Na pravico do ustrezne sanitacije smo v Sloveniji povsem pozabili, kot da je dostop do teh storitev samoumeven, kot da te ne morejo biti predmet privatizacijskih teženj. Preprečevanje slednjih je bil primarni ideološki vzrok za vpis pravice do pitne vode v Ustavo. Pravica WASH je tesno povezana z rabo in zaščito podzemne vode. Ustrezne sanitarne in higienske storitve so ključne za zagotavljanje zdrave in čiste pitne vode, le tako pa je mogoče preprečiti pojav hidričnih epidemij. V svetu so slednje še vedno glavni vzrok smrti med otroki do 5. leta starosti. Ne pozabimo pa tudi na dejstvo, da so bile te vrste epidemij na območju današnje Slovenije do druge svetovne vojne eden glavnih vzrokov smrti med prebivalstvom.

Razvojno poročilo o vodi za zakonodajo o podzemni vodi uporablja nekoliko drugačno terminologijo, kot je uveljavljena pri nas in s tem tudi v veliki meri v Evropi. Pomemben vidik zakonodaje v globalnem merilu je vezan na rabo podzemne vode za vzdrževanje osnovnih preživetvenih strategij in delovanje majhnih gospodarstev. Primer tega so številni majhni kmetje po vsem svetu, ki predstavljajo večino za produkcijo hrane pomembnega svetovnega prebivalstva. Ti sebe in svoje poljščine najpogosteje preskrbujejo prav s podzemno vodo. Drug pomemben vidik zakonodaje, povezane s podzemno vodo, je zaščita njenega napajanja in tudi odtoka, kar se neposredno povezuje s problematiko rabe prostora. Na to se navezuje tudi zaščita izvirov in vodnjakov kot virov pitne vode.

V globalnem merilu poteka velika razprava o vrednosti vode in s tem tudi o vrednosti podzemne vode. To razpravo spodbujata predvsem Svetovna banka za razvoj in sodelovanje ter Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj – OECD, k temu pa prispevajo tudi nekatere vlade (npr. Nizozemska). Čeprav je pojem vrednosti vode širok in zavzema vrednote, ki so tako ekonomske, družbene, kulturne kot religiozne, pa je v središču teh razprav ekono-

mizacija vode. Kar 80 % držav članic Svetovne banke navaja, da do leta 2030, ko naj bi bili uresničeni cilji Agende 2030, ne bo imela na razpolago dovolj lastnih sredstev, da bi dosegli zadani cilj SDG6. Vse to je tesno povezano tudi s podzemno vodo, saj ta za 50 % svetovnega prebivalstva predstavlja vir pitne vode. Po besedah ekonomista Svetovne banke za področje vode Joela Kolkerja⁸ je celoten sektor⁹ WASH visoko subvencioniran, vendar pa kar 56 % teh subvencij doseže le 20 % najbogatejših prebivalcev, kar pomeni, da so sredstva uporabljena povsem neučinkovito in na škodo najrevnejšega dela prebivalstva. Prav tako je subvencioniranje tega sektorja na globalni ravni zelo neučinkovito, porabi se le približno 75 % razpoložljivih javnih sredstev, rezerviranih v državnih proračunih, za razliko od socialnih transferjev, ki se porabijo v celoti. Cena vode ne odraža stroškov obdelave in dobave. Teza Svetovne banke in OECD je, da bi morali sektor WASH narediti privlačen tudi za zasebni kapital, saj naj bi se na ta način kakovost investicij in s tem tudi učinkovitost njegovega upravljanja izboljšali. Na voljo je dovolj kapitala, na primer v pokojninskih skladih, da bi se vsi problemi iz sektorja WASH rešili, vendar je zaradi nizke cene in neučinkovitosti ter s tem zanemarljivih dobičkov celoten sektor nezanimiv zasebnim investitorjem. Tudi v Evropski uniji bi v skladu z Okvirno direktivo o vodah v upravljanje vseh vodnih virov morali vpeljati ekonomske mehanizme, vendar to nikakor ne steče. Tam, kjer so vodni viri naravno javno dobro, kar velja tudi v Sloveniji, so do ekonomizacije vode zelo rezervirani ali pa jo povsem zavračajo. Zastavlja se tudi vprašanje, ali je ekonomizacija vode edini model reševanja problemov, povezanih z uresničevanjem cilja SDG6. Ne glede na to je ekonomski pogled na podzemno vodo slabo razvit.

5. PODZEMNA VODA IN KMETIJSTVO

Največji porabnik vode v globalnem merilu je kmetijstvo, s tem pa tudi porabnik podzemne vode. Zato je prav, da si odnos med kmetijstvom in podzemno vodo ogledamo nekoliko podrobneje. Slednja igra zelo pomembno vlogo pri namakanju poljščin (hrana, vlaknine, krmne in industrijske rastline), pri vzreji živali ter predelavi hrane. V globalnem merilu se 70 % načrpane podzemne vode uporabi za potrebe kmetijstva in na 38 % vseh namakanih površin se za ta namen uporablja podzemna voda. Regionalno se ti deleži med seboj razlikujejo, na aridnih in polaridnih območjih se ponekod podzemno vodo uporablja samo za namakanje. Največji delež namakanih površin s podzemno vodo je v obeh Amerikah, kjer ta delež znaša 45,5 %, sledi Azija z deležem 38,7 %. Evropa skupaj z Rusko federacijo je predel sveta, kjer se glede na deleže s podzemno vodo namaka najmanj površin, le 14 %.

Na globalni ravni znaša prihodek kmetijstva zaradi namakanja s podzemno vodo med 210 do 230 milijard ameriških dolarjev letno. Produktivnost zaradi uporabe podzemne vode znaša od 0,23 do 0,26 \$/m³ porabljene vode. Učinkovitost namakanja iz podzemne vode je precej višja kot z namakanjem iz površinskih vod, praviloma za faktor dva. Vzrok za to leži v dejstvu, da podzemna voda ni podvržena velikim sezonskim in trenutnim nihanjem količin, praviloma se nahaja v neposredni bližini zemljišč s poljščinami, njeno upravljanje pa je precej manj zahtevno, kot je to v primeru površinskih vod.

⁸ Predavanje »Pricing for domestic uses« na World Water Week 2022 v Stockholmu v okviru sekcije »SIWI Seminar: Talking about Pricing Water«.

⁹ Sektor WASH – skupni izraz, ki se uporablja za sektor oskrbe s pitno vodo in zagotavljanja sanitarnih in higienskih storitev.

⁷ Resolucija 64/292.



Če bomo na globalni ravni želeli prehraniti vse prebivalstvo, bo treba do leta 2050, ko naj bi na Zemlji živel okoli 10 milijard ljudi, predelati 50 % več hrane glede na raven iz leta 2012. To pa ne bo mogoče brez intenzivnega namakanja. Vendar se ta enačba dolgoročno ne izide, če ne bomo na globalni ravni spremenili načinov uporabe vode v kmetijstvu. Že zdaj se pomemben delež uporabljene podzemne vode črpa iz neobnovljivih zalog. Če se bo črpanje nadaljevalo s takšnim tempom kot sedaj, bo v nekaterih predelih sveta podzemne vode zmanjkalo, to pa bo pomenilo, da se bo proizvodnja hrane tam, kjer temelji na namakanju iz podzemne vode, ustavila, kar bo del sveta pahnilo v prehransko krizo, ki je na globalni ravni ne bo mogoče rešiti. Prav zaradi tega je podzemna voda, navkljub svoji nevidnosti, izredno pomembna strateška komponenta globalne vodne bilance. Strateški forumi, ki se ukvarjajo s problemi globalne vodne krize, so se tega problema končno zavedeli. Tudi nekatere velike države se tega problema že zavedajo. Eden od primerov je Indija, ena največjih globalnih porabnic podzemne vode, v kateri so gladine podzemne vode v posameznih vodonosnikih že drastično upadle. Nizke gladine podzemne vode že ogrožajo proizvodnjo hrane, predvsem s strani majhnih kmetov. Vlada je pred nekaj leti že začela korenito spreminjati upravljanje celotnega vodnega kroga. Nekoliko pestrejše so v primeru reševanja teh problemov ZDA, kjer na zahodu države na območju Velike ravnine izkoriščajo ogromen regionalni vodonosnik, imenovan Ogallala; nekatere zvezne države (npr. Nevada) so že učinkovito spremenile upravljanje z vodami, druge pa, navkljub opozorilom, nadaljujejo z dosedanja netrajnostno prakso. V drugih državah, ki so prav tako velike porabnice podzemne vode, pa so še daleč od začetka reševanja teh problemov.

V kmetijstvu se na globalni ravni skriva tudi velik del rešitev za globalne spremembe podnebja in vodnega kroga ter s tem vodne krize. Vse več podatkov kaže, da se pogostost kratkotrajnih in intenzivnost lokalnih ter regionalnih suš povečuje. To je v veliki meri posledica izsuševanja kmetijskih tal, ki ne uskladiščijo dovolj velikih količin vode, zaradi česar se temperatura tal povečuje, tla pa se pogosto povsem pregrejejo. Takšen odziv tal je povezan tudi z zmanjševanjem vsebnosti organskega ogljika v njih. Vsebnost ogljika v tleh povečuje zadrževalne sposobnosti tal za vodo, s tem pa se povečuje tudi napajanje podzemne vode in njihovih zalog, ki so lahko pozneje na voljo za namakanje. Če bi nam na globalni ravni uspelo povečati količino ogljika v tleh, bi s tem zmanjšali količino emisij CO₂ kot toplogrednega plina, hkrati pa bi izboljšali količinsko stanje podzemne vode ter vodno bilanco tal. Spremembo bilance organskega ogljika v tleh bi omogočil koncept regenerativnega kmetijstva.

6. EKOLOGIJA PODZEMNE VODE

Pojem ekologije podzemne vode je razmeroma nov. V zavest upravljanja podzemnih voda in vladovanja z njimi prihaja postopoma. Že od sprejetja Okvirne evropske direktive o vodah (WFD) leta 2000 so podzemne vode dobile pomembno vlogo pri obravnavi ekoloških sistemov. V WFD so bili opredeljeni od podzemne vode odvisni ekosistemi (ang. Groundwater Dependent Ecosystems – GDE), to so tisti ekosistemi, kjer se njihovo življenjsko okolje napaja ali vzdržuje s podzemno vodo. Ti ekosistemi so sestavljeni iz rastlin in gliv ter živali, ki so odvisne od pretoka, temperature in kemijskega stanja podzemne vode. Od podzemne vode odvisni ekosistemi so zelo raznoliki in jih delimo v tri glavne skupine:

- Vodni ekosistemi, odvisni od podzemne vode – odvisni so od interakcije med podzemno in površinsko vodo, kot so izviri, mokrišča in estuariji, navsezadnje tudi od iztoka podzemne vode v obliki osnovnega ali baznega toka, ki izteka neposredno v vodotoke ali stoječa vodna telesa.
- Kopenski ekosistemi, odvisni od podzemne vode – so ekološko odvisni od dostopa do podzemne vode. Tak primer so rastline, ki jih imenujemo freatofiti. Zanje je značilno, da s koreninami segajo pod gladino podzemne vode.
- Podzemni ekosistemi, odvisni od podzemne vode – so tisti, ki so neposredno odvisni od vodonosnikov, mednje sodijo tudi obrežna ali hiporeična območja.

Ekosistemi, odvisni od podzemne vode, so v zadnjem desetletju velik pomen pridobili tudi na globalni ravni, saj je dozorelo spoznanje, da so z njihovim nazadovanjem povezani tudi številni drugi problemi, ki se navezujejo na oskrbo s pitno vodo in drugimi rabami vode.

Pri obravnavi podzemne vode v odnosu do ekosistemov se je treba zavedati dejstva, da je ta, tako kot različne površinske vode, ekosistem sam po sebi. Zato bi bilo treba govoriti o ekosistemu podzemne vode in ne le o od podzemne vode odvisnih ekosistemih. Tudi v vodonosnikih, ne glede na njihovo zgradbo, zasledimo življenje. Nam najbolj znan primer je človeška ribica v kraških vodonosnikih, poleg te pa v kraških vodonosnikih povsod po svetu živijo tudi druge živali. Sodobna biologija vse bolj odkriva, da so različne živali prisotne tudi v medzrnskih vodonosnikih, tako v njihovem zasičenem kot nezasičenem delu. Prav zaradi tega se je začela razvijati interdisciplinarna veda, ki jo imenujejo ekohidrogeologija.

7. SPREMEMBE PODNEBJA

Podnebna in vodna kriza sta v globalnem merilu med seboj povezani, natančna analiza pokaže, da gre za dve plati enega in istega kovanca. Segrevanje ozračja pospešuje kroženje vode in spreminja njeno prostorsko porazdelitev. To neposredno in posredno vpliva tudi na podzemno vodo. Neposredno zlasti s spremenjenim napajanjem, saj se delež vode, ki se vrača v ozračje, povečuje zaradi višje evaporacije in metabolizma rastlin, zlasti gozda. Na spremembe napajanja vplivajo tudi spremembe rabe tal, ki na eni strani vplivajo na spremembe podnebja (npr. izsekavanje tropskega gozda), na drugi pa se gospodarske dejavnosti, zlasti kmetijstvo, na ta način odzivajo na spremenjene podnebne okoliščine. Zaradi višanja zračnih temperatur se povečuje taljenje ledu na območju visokogorskih ledenikov in permafrosta, to je stalno zamrznjenih tal, kar vpliva na odtok rek ter medsebojni odnos med podzemno in površinsko vodo, ki se izmenjujeta prek obrežnega pasu vodotokov. Pomemben vidik spremembe podnebja je tudi dvig morske gladine, zaradi česar morska voda globlje prodira v notranjost priobalnih območij. To spreminja ekološke razmere na teh območjih, predvsem pa vpliva na oskrbo s pitno vodo na območju obalnih mest. Posredni vidik vpliva na podzemne vode je posledica tega, da se zaradi dviga zračnih temperatur viša tudi poraba vode, kar pa vpliva na količinsko bilanco podzemnih vod.

Podzemna voda je lahko tudi del reševanja problematike podnebnih sprememb. Zato je podzemna voda stabilnejši vir kot površinske vode, tako s količinskega kot kemijskega vidika,



spremembe v vodonosnikih so razmeroma počasne, to pa omogoča predvidljivost in dolgo-ročnejše načrtovanje rešitev pri oskrbi s pitno vodo, pri zagotavljanju vode za različne dejavnosti ter uporabi podzemnega prostora za različne s podnebjem povezane rešitve. Ob pojavu ekstremne suše, med katero vodni viri na površini povsem presahnejo, je podzemna voda pogosto edina rešitev za nadomestitev manjkajočih količin vode.

Podzemna voda lahko pomaga izboljšati odpornost mest in naselij na povišane temperature ozračja. Zaradi narave urbanega prostora so zračne temperature v mestih praviloma višje, temu učinku pravimo urbani toplotni otok (ang. Urban Heat Island – UHI). To ima vrsto posledic; spreminja se narava ogrevanja in hlajenja stavb. Podzemna voda omogoča izkoriščanje latentne uskladiščene toplote, pozimi ta omogoča ogrevanje stavb in s tem na eni strani prihranek v proizvodnji energije, na drugi pa prispeva k zmanjšanju toplogrednih plinov. Prav tako omogoča tudi poletno hlajenje stavb. Obstajajo pa tudi tehnologije skladiščenja toplote v poletnih mesecih, ko so na voljo njeni presežki; tako uskladiščeno toploto je nato možno uporabiti v zimskih mesecih za ogrevanje. Pri blaženju sprememb podnebja ne smemo pozabiti tudi na tehnologije skladiščenja CO₂ pod površjem tal, pri čemer podzemna voda in vodonosniki prav tako igrajo pomembno vlogo.

Spremembe podnebja v veliki meri vplivajo tudi na spremenjeni režim padavin, praviloma smo priča kratkotrajnejšim in intenzivnejšim nalivom. To povzroča probleme zlasti v mestih, ki imajo starejšo infrastrukturo za odvodnjo padavinskih vod. Poleg tega je v mestih na razpolago manj prostora za odvodnjo in neposredno infiltracijo padavinske vode; pozidane površine jo zmanjšujejo ali pa povsem preprečujejo, s tem pa tudi vplivajo na napajanje podzemne vode. Zaradi tega, ker obstoječi sistemi presežnih padavin ne odvajajo dovolj hitro, pride do padavinskih ali pluvialnih poplav (s tem problemom se soočamo tudi v slovenskih mestih). Dosedanje prakse ravnanja s presežno padavinsko vodo bomo morali spremeniti, zaradi sprememb v režimu celotnega vodnega kroga bo treba izboljšati zadrževanje vod. Uvesti bo treba sisteme za zadrževanje padavinske vode v urbanih središčih in s tem predvsem sisteme za njihovo učinkovitejše ponikanje. V urbanih območjih bo treba povečati in izboljšati ponikalne sisteme (ponikalni vodnjaki, ponikalna polja, začasno skladiščenje padavinske vode). Pri vodenju ponikanja padavinske vode se ponujajo tudi priložnosti vplivanja na temperaturo tal in s tem na učinkovitejše izkoriščanje toplote za ogrevanje ali hlajenje stavb.

Pri izkoriščanju podzemne vode za potrebe blaženja vpliva sprememb podnebja pa je potrebna velika previdnost. V nekaterih primerih podzemna voda ni obnovljiv vir ali pa se obnavlja zelo počasi. Zaradi tega lahko pride do njenega preizkoriščanja. Prav tako lahko razmišljamo tudi o povečevanju zaloga podzemne vode. Te probleme se skuša preseči z umetnim bogatenjem podzemne vode, ki jih poznamo tudi pod kratico MAR (ang. Managed Aquifer Recharge). Pri tem se v vodonosnike na umeten način prek infiltracijskih polj, bazenov ali vodnjakov infiltrira padavinsko vodo ali tudi prečiščeno sivo vodo (Zheng et al., 2021). Tehnike MAR so na sušnih in plosušnih območjih zelo obetaven način izboljševanja količinskega stanja podzemnih vod ter odpornosti na podnebne spremembe. V Sloveniji tehnike MAR že uporabljamo. Tak je primer hidravlične zavese in infiltracijskih vodnjakov na območju črpališča Urbanski plato pri Mariboru ter črpališča Sejanca pri Ormožu. K tehnikam MAR bi lahko prišteli tudi nekatere že obstoječe ponikovalne sisteme padavinske vode v večjih mestih in ob avtocestah. Na tem mestu je treba

dodati, da je na našem območju uporaba teh tehnik smiselna predvsem pri odvajanju padavinskih vod, medtem ko sta zajemanje površinske vode in njena infiltracija vprašljiva.

8. ZAKLJUČEK

Podzemna voda je integralni del vodnega kroga, zato jo je pri vladovanju in upravljanju z vodami treba obravnavati enakopravno tako kot druge komponente. To izhaja iz dejstva, da z vplivom na en del vodnega kroga vplivamo na drugi del vodnega kroga in obratno. V vodni krizi, v kateri se nahajamo na globalni ravni, se vloga podzemne vode kaže prav v tej integralnosti. V splošnem pomanjkanju vode se kaže podzemna voda kot del rešitve teh problemov, saj je to pogosto edina voda, ki je v obdobjih suš na razpolago. Pri tem se je treba zavedati, da podzemna voda pogosto ni obnovljiv vir in da je pri tem treba upoštevati tudi njeno napajanje, ki je dokaj počasno. Trajnostno gospodarjenje s podzemno vodo je ključno pri njeni rabi. Tega se vse bolj zavedajo mednarodne organizacije, ki se ukvarjajo z vprašanji voda, zato je bilo razvojno poročilo o vodah za leto 2022 posvečeno podzemni vodi.

Primerjalno gledano v Republiki Sloveniji razpolagamo z obsežnim znanjem o podzemni vodi na območju ozemlja države. Prav tako lahko smelo trdimo, da je hidrogeološka stroka dobro razvita. Ne glede na to pa lahko ugotovimo, da nas na področju vladovanja, upravljanja in gospodarjenja s podzemno vodo čakajo še številni izzivi. Če izkoriščanje in rabo podzemne vode dobro obvladujemo, pa se premalo ukvarjamo s področji, na katerih lahko podzemna voda veliko prispeva pri prožni odpornosti na spremembe podnebja, ki povzročajo vodno krizo.

LITERATURA IN VIRI

1. Margat, J. in Van der Gun, J., 2013. Groundwater around the World: A Geographical Synopsis. Boca Raton, CRC Press.
2. UN, 2022. The United Nations World Water Development Report 2022: Groundwater: Making the invisible visible. Paris, UNESCO.
3. Van der Gun, J., 2020. Conjunctive water management. A powerful contribution to achieving the Sustainable Development Goals. Paris, UNESCO.
4. Zheng, Y., Ross, A., Villholth, K. G. in Dillon, P. (ur.), 2021. Managing Aquifer Recharge: A Showcase for Resilience and Sustainability. Paris, UNESCO.