

Ranljivi vir pitne vode

- Ponekod so za potrebe kmetijstva izsušili že vse zaloge vode in se preusmerjajo v okoljsko potratno razsoljevanje morske vode
- Umetna reka, ki bo po ogromnih ceveh tekla čez skoraj celotni Arabski polotok, bo daljša celo od Nila, najdaljše reke na svetu
- V Sloveniji imamo več »vrst« podzemne vode

Tekst: **Brane Maselj**



Podzemna voda je najmanj viden dejavnik okolja, a je eden najvplivnejših. Delež podzemne vode v skupni količini sladke vode na svetu je 30 odstotkov, delež rek in jezer pa zgolj 0,3 odstotka. Sodobna tehnologija je človeku omogočila, da vodo izkorišča in posega vanjo veliko bolj, kot bi bilo to še vzdržno. Ponekod po svetu so za potrebe kmetijstva izsušili že vse zaloge vode in se preusmerjajo v razsoljevanje morske vode, kar ni brez posledic za okolje. Zaloge podzemne vode v Sloveniji so za zdaj zadovoljive, vendar je potreben skrben nadzor in upravljanje vodonosnih plasti, da ne presežemo okoljske zmogljivosti.

To se je skoraj zgodilo puščavski Savdski Arabiji, pod katero se je, paradoksalno, še pred štirimi desetletji v globini nekaj sto metrov zadrževalo več kot 500 milijard kubičnih metrov fosilne vode. To je voda, ki je v globine prodrla običajno pred tisočletji in pogosto v podnebnih razmerah, ki se razlikujejo od sedanjih, in je bila od takrat shranjena pod zemljo. Zdaj se je država odločila, da bo svoje nenehno žejno vodovodno omrežje skoraj v celoti napajala z morskó vodo, in se lotila še ene svoje megalomanske gradnje, s katerimi sicer nenehno preseneča svet. V zadnjih letih je namreč – podobno počnejo tudi številne druge države po svetu – za potrebe kmetijstva vsako leto načrpala kar 21 milijonov kubičnih metrov vode in tako v eni sami generaciji že skoraj popila svoje ogromno podzemno jezero.

Gadafijeva podzemna reka

Nekatera od najbogatejših območij s podzemnimi vodami so Arabski polotok, Sahara, osrednja Azija in deli Severne Amerike. Te regije so znane po svojih obsežnih podzemnih vodnih virih, ki so ključni za oskrbo prebivalstva s pitno vodo in za kmetijsko dejavnost. Arabski polotok je bogat s podzemnimi vodami zaradi svoje geološke formacije, ki omogoča zbiranje in shranjevanje velikih količin vode. Te vode so lahko na različnih globinah, odvisno od geoloških in podnebnih razmer na posameznem območju.

Ponekod v Sahari so podzemne vode zelo globoko, lahko tudi več sto metrov pod površjem, zaradi pomanjkanja padavin in visoke stopnje izhlapevanja. So pa tudi območja, kjer so podzemne vode bolj plitve in so zbrane na manjši globini. Podobno je tudi v osrednji Aziji, kjer so velike podzemne vodne zaloge, ki so ključne za namakanje kmetijskih površin v sušnih območjih. A pretirano črpanje brez trajnostnega upravljanja teh podzemnih vodnih virov lahko povzroči izsušitev in poslabšanje kakovosti vode.

Tudi v Libiji, kjer že desetletja uresničujejo projekt nekdanjega voditelja Moamerja Gadafiga o *Veliki reki, delu človeških rok* za črpanje ogromnih količin podzemne vode iz vodonosnikov pod Saharo, utegnejo prej ali slej ostati na suhem. Čeprav *Velika reka, delo človeških rok* prihrani Libiji denar pri alternativnem razsoljevanju, se bodo vodonosniki verjetno osušili v 60 do 100 letih.

Ta, za zdaj še vedno največji namakalni projekt na svetu, sestavlja največje podzemno omrežje cevi v skupni dolžini 2820 kilometrov, ki se napajajo iz 1300 vodnjakov oziroma črpališč na vodonosnikih iz nubijskega peščenjaka v globini približno 500 metrov. Največji znani sistem vodonosnikov fosilne vode leži pod nogami štirih afriških držav, Sudana, Čada, Libije in Egipta, in se razteza na nekaj več kot dva milijona kvadratnih kilometrov ozemlja. Vsebuje



Posnetki savdske pokrajine iz zraka kažejo zelena polja, obdelana z uporabo namakalnih sistemov. Savdska Arabija je dosegla svoj cilj in postala popolnoma samooskrbna s številnimi žvili.

V Savdski Arabiji poteka izkop 11 metrov široke in štiri metre globoke podzemne reke, dolge osupljivih 12.000 kilometrov, ki se bo napajala s proizvedeno razsoljeno morskou vodo.



Z več kot bilijonom kubičnih metrov proizvedene vode letno ali kar 18 odstotki svetovne proizvodnje je Savdska Arabija že zdaj vodilna na svetu pri proizvodnji razsoljene vode.

približno 150 tisoč kubičnih kilometrov vode, kar se sliši ogromno, a samo Libija je porabi 2,5 kubična kilometra na leto.

Savdska žejna in megacevovod

Savdska Arabija je že nekaj desetletij močno odvisna od teh vodnih virov za oskrbo prebivalstva, industrijo in čezmeren razvoj kmetijstva zaradi želje po prehranski samozadostnosti. Ti vodonosniki so bili skoraj nedotaknjeni do srede osemdesetih let 20. stoletja zaradi nerazpoložljivosti mehanskih sredstev in denarja za črpanje. Nato pa je država začela investirati v črpanje podzemne vode s pomočjo globokih vrtin in črpalk. Današnji posnetki savdske pokrajine iz zraka kažejo zelena polja, obdelana z uporabo namakalnih sistemov. Savdska Arabija je dosegla svoj cilj in postala popolnoma

samooskrbna s številnimi živili, vključno z mesom, mlekom in jajci. Pravzaprav je država postala celo izvoznica pšenice, datljev, mlečnih izdelkov, jajc, rib, perutnine, zelenjave in cvetja na trge po vsem svetu.

Vendar pa je ta praksa privedla do čezmernega izkoriščanja podzemnih vodnih virov. Povečano črpanje podzemne vode je povzročilo njeno znižanje in s tem povezano povečanje slanosti vode ter poslabšanje kakovosti vodnih virov. Da bi omejili izkoriščanje podzemnih vod, Savdska Arabija zdaj uvaja ukrepe za zmanjšanje porabe vode, spodbuja recikliranje odpadne vode, predvsem pa veliko sredstev vlaga v desalinizacijo morske vode.

Z več kot bilijonom kubičnih metrov proizvedene vode letno ali kar 18 odstotki svetovne proizvodnje je Savdska Arabija že zdaj vodilna na svetu pri proizvodnji razsoljene vode. Zdaj pa v tej sušni in z nafto bogati državi, znani po megalomanskih arhitekturnih projektih, nastaja na morski obali ta hip največji vir pitne vode na svetu. Obenem že poteka izkop 11 metrov široke in štiri metre globoke podzemne reke, dolge osupljivih 12.000 kilometrov, ki se bo



Velika reka, delo človeških rok prihrani Libiji denar pri alternativnem razsoljevanju, a se bodo vodonosniki verjetno osušili v 60 do 100 letih. Ta, za zdaj še vedno največji namakalni projekt na svetu, sestavlja največje podzemno omrežje cevi v skupni dolžini 2820 kilometrov, ki se napajajo iz 1300 vodnjakov.

napajala s proizvedeno razsoljeno morskovo vodo. Ta umetna reka, ki bo po ogromnih ceveh tekla čez skoraj celotni Arabski polotok, bo daljša celo od Nila, najdaljše reke na svetu.

Razsoljevanje je okoljsko potratno

Gradnja podzemnega cevovoda bo zahtevala uporabo protikorozijskih cevi s širino 2,25 metra, je na televiziji poročal znani savdski novinar Ahmad Al Shugairi. Podzemni vodni sistem Savdske Arabije bo obsegal 126.000 kilometrov, kar je trikratni obseg sveta, po njem pa se bo vsak dan zlilo neverjetnih 9,4 milijona kubičnih metrov vode. Večino te vode bo proizvedla Saline Water Conversion Corporation, organizacija pod nadzorom vlade. Ta že zdaj proizvede blizu petsto milijonov kubičnih metrov vode na vzhodni obali, medtem ko je še nekoliko več proizvedejo obalna mesta. Skupna letna proizvodnja je milijarda kubičnih metrov, po dokončanju vodovoda pa bo še trikrat večja.

Poleg tega 27 aktivnih obratov za destilacijo v državi skupaj proizvede 25 milijonov MWh električne energije, ki jo deloma porabi tudi za proces razsoljevanja, saj ta ni ravno energetske skromen. Savdska Arabija s tem sicer nima problemov tako kot denimo Izrael in Italija, kjer tudi iščejo nove zaloge vode z razsoljevanjem. Stroški energije za uparjevanje morske vode sestavljajo namreč dobro tretjino cene vode.

To povečuje odvisnost od fosilnih goriv, prav tako se povečajo izpusti toplogrednih plinov in poslabšajo podnebne spremembe, če se za proizvodnjo sladke vode ne uporabljajo obnovljivi viri energije. Še najbolj problematičen pa je verjetno »odpadek« v obliki slanice, ki pomeni nevarnost tako za morskno življenje kot za kakovost vode. Slanica vsebuje nevarno visoko koncentracijo soli in drugih mineralov.

Kalifornija omejuje pravice črpanja

Podobne probleme, kot jih ima danes Savdska Arabija, so ponekod v ZDA reševali že pred desetletji. Kalifornijska puščava Mojave je zdaj že nekaj časa uspešna kmetijska regija in center enega najbolj likvidnih trgov podzemne vode v zahodnih Združenih državah. V nasprotju z zalogami fosilne vode se tam napajajo iz vodonosnika, ki sicer zagotavlja trajnostno svežo vodo, običajno blizu površine tal. To napajanje je običajno iz rek ali padavinske vode, ki pronica v vodonosnik skozi prekrivajoči nenasičeni material. V puščavi Mojave se je polnil z vodo na severu; v poznih petdesetih letih prejšnjega stoletja je Kalifornija namreč začela gradnjo državnega vodnega projekta – sistema jezov, kanalov in druge infrastrukture, ki zajema vodo na bolj vlažnem severu in jo prenaša na bolj suh jug.

Kljub temu so se prebivalci dolga leta borili s pomanjkanjem vode, ker so jo črpali hitreje, kot se je vodonosnik polnil. Državna agencija je poskušala pravice do črpanja podzemne vode razmejiti, da bi omejila čezmerno porabo, a ji ni uspelo preprečiti prekoračenja črpanja regionalnega vodonosnega sistema vse do leta 1996, ko je vzpostavila učinkovit nadzor črpanja ter pristojbine za presežno črpanje. To je na nekaterih območjih privedlo do zmanjšanja izhodiščnega črpanja za več kot 50 odstotkov, kar je pomagalo stabilizirati vodostaj.

Na podlagi teh izkušenj je Kalifornija pred desetimi leti sprejela zakon o trajnostnem upravljanju podzemne vode, ki uporabnikom na vseh območjih s čezmerno rabo nalaga, da dosežejo trajnostno upravljanje do leta 2040. Kjer ni pričakovati obnavljanja zaloga vode v vodonosnih plasteh, lahko črpalkarji pričakujejo zmanjšanja, podobna tistim v puščavi Mojave. Na primer, v Borrego Springsu v južni Kaliforniji nekatere ocene padavinskega režima kažejo, da bo morda treba zmanjšati črpanje na samo četrtno sedanjih količin, da bi se zaloge podzemne vode stabilizirale.

Ti primeri kažejo, kako pomemben vir pitne vode je podzemna voda, ki je tudi surovina za številne gospodarske dejavnosti, zato je ključno, da z njo ustrezno upravljamo. Podnebne spremembe, kot so povečana suša, ekstremni padavinski dogodki in dvig morske gladine, lahko povzročijo zmanjšanje količine podzemne vode ali pa njeno onesnaženje. Podzemna voda je namreč povsod in je del vodnega kroga in zato nedeljivo povezana tudi s površinsko vodo. A ker je podzemna voda nevidna, je zato tudi delno zapostavljena. Vendar ima prav vsaka aktivnost na površju vpliv na podzemno vodo – tako na količino kot na kakovost.

Gibanje podzemne vode

Z neprepustnimi površinami, spremembo rabe tal, kmetijstvom, regulacijami vodotokov itd. spreminjamo tako infiltracijo, torej pronicanje v podzemno vodo, kot tudi sam »filter« tal, ki čisti padavinsko in uporabljeno vodo, preden ponikne v podzemlje. Vsaka družbena aktivnost ima majhen ali večji vpliv na količino in kvaliteto podzemne vode. Gibanje podzemne vode je počasnejše od gibanja površinskih, zato je počasnejše tudi njeno »samočiščenje« in vsako onesnaženje ima lahko dolgoročne posledice, zato je te vire treba skrbno varovati; tudi zato, ker postaja v času podnebnih sprememb čedalje bolj pomembna kot stabilen in dolgoročno vzdržen vir zlasti pitne vode. Glavni globalni izziv za ohranjanje podzemne vode je danes, kot kažejo tudi nanizani primeri, nižanje njenega

ODPRTE GRAMOZNE JAME

Gradbena dejavnost je načeloma prepovedana pod ravnijsko najvišje ravni podzemne vode, dovoljena pa je nad dva metra nad najvišjo koto podzemne vode, da je ne bi onesnažili. Številne gramoznice, še iz časov, ko to ni bilo prepovedano, pa so odprte prav na ravni vodonosnikov – veliko takšnih primerov je na Ptujskem in Dravskem polju – saj je gramoz sam po sebi eden najboljših vodonosnikov. Takšne odprte gramozne jame so lahko tudi vir onesnaženja vodonosnikov, pravega nadzora nad njimi pa še ni.

vodostaja. Netrajnostna raba namreč čezmerno izkorišča to vodo, kar vodi v presušitev vodnjakov ali vdiranje predvsem slane morske vode v vodonosnike. Vse naštetu pa je velik izziv za upravljanje s podzemno vodo, saj je treba zagotoviti trajnostno rabo in zaščito tega vira. Pomembno je razvijati strategije za prilagajanje na podnebne spremembe, ki bodo omogočile učinkovito upravljanje s podzemno vodo tudi v prihodnosti, kar vključuje spremljanje količine in kakovosti podzemne vode, izvajanje ukrepov za varčevanje z vodo ter vzpostavitev ustreznih regulativnih okvirov za zaščito podzemne vode. V Sloveniji upravljaljske pravice podeljuje Direkcija Republike Slovenije za vode, količinsko in kakovostno stanje pa analizirajo hidrologi z Agencije za okolje (ARSO).

»Z oceno ugotavljamo razpoložljive količine podzemne vode, ki jih lahko kot družba uporabimo v skladu z načeli trajnostne rabe vodnih virov – predvsem v času pomanjkanja vode, suš so te ocene ključne za zagotavljanje ustrezne vodooskrbe,« pravi dr. **Peter Frantar** z Agencije za okolje in dodaja, da so podzemne vode pri nas regionalno relativno dobro raziskane, še vedno pa obstajajo vodonosni sistemi, ki so slabše raziskani. V Sloveniji imamo dokaj dobro regionalno znanje na področju glavnih medzrnskih in tudi kraških vodonosnikov.

V Sloveniji naj bi imeli na voljo dovolj podzemne vode vsaj za pitno vodo tudi ob poletnih sušah.



VPLIV NA POPLAVE

»Kot se je izkazalo pri avgustovskih poplavih, imajo hidrogeološke značilnosti vodonosnikov pomemben vpliv na poplave. Na medzrnskih vodonosnikih se lahko precejšen delež padavin infiltrira v podzemne vode in tako ne odteče površinsko; seveda so te količine omejene s poroznostjo, hitrostjo infiltracije itn. Na krasu imamo veliko infiltracijo in kras deluje kot neke vrste goba, ki lahko za nekaj dni, tednov zadrži viške padavin. Zato imamo v Ljubljani relativno dobro poplavno varnost pred poplavami same Ljubljaniče, ne pa npr. pred Gradaščico,« pojasnjuje Peter Frantar. Nedvomno podzemna voda lahko blaži viške poplav do določene mere – če ji dovolimo ohranjanje stika s površjem in strugo, opozarja hidrolog. Ob čedalje večjih neprepustnih površinah (strehe, dvorišča, ceste, tudi intenzivne kmetijske površine) pa zmanjšujemo možnost naravnega prehajanja (požiranja) površinske vode v podzemno vodo. Zmanjševanje stika z reko ima tudi posledice – če spremenimo struge v kanale z betonskimi bregovi in dnom oziroma reguliramo reko, spremenimo njeno naravno funkcijo, da ob višjih vodostajih ob straneh lahko oddaja presežke vode v podzemne vodonosnike.

Dodatno se povečuje količina vode v reki zaradi velikih neprepustnih asfaltiranih ali betoniranih površin, ki so značilne za mestno gradnjo. Namesto da bi meteorna voda poniknila v zemljo, odteče po površini in s tem povzroča mestne poplave, hkrati pa polni reko in tako še poveča njene pretoke, ugotavlja strokovnjak. Padavine, ki se zdaj stekajo po neprepustnih površinah, kot so strehe in dvorišča, s katerih odteka v površinsko kanalizacijo, iz nje pa v reke, tako ne poniknejo v vodonosnike kot nekoč. Zato se pojavlja nov problem, da je v mestih danes manj neposrednega napajanja vodonosnikov iz padavinske vode.



V avgustovskih poplavih Ljubljana sicer ni bila prizadeta, predvsem zato, ker so izviri Ljubljaniče nad Vrhniko že na kraškem območju, ki lahko zaradi svoje pretrosti/kraškosti zadrži velike količine vode. Peter Frantar: »Iz izvirov na Vrhniki ob visoki vodi priteka do 100 kubičnih metrov vode na sekundo, če pa zaledje ne bi bilo kraško, bi bilo te vode lahko nekajkrat več, saj ta voda ne bi polnila kraškega votlega podzemlja in seveda kraških polj, kot sta Planinsko in Cerkniško polje. Vsega skupaj ima Ljubljaniča v porečju nad Barjem dobrih 1000 kvadratnih kilometrov površin. Bolj hudourniška je reka Iška, katere porečje je manj kraško. Tako na Iški visoki pretoki prav tako presežejo 100 kubičnih metrov vode na sekundo, velikost porečja Iške pa je »zgolj« 66 kvadratnih kilometrov. Podzemne vode lahko v določenih razmerah torej blažijo neposredni padavinski odtok, a ko se zgodijo takšni nalivi kot ob zadnjih poplavih, voda preprosto nima časa pronikati v zemljo in vsa odteče po površini.«

Podzemne vode imamo relativno dovolj

Kako pa je z našimi zalogami podzemnih voda? »Tudi če bomo imeli poleti sušo, bo podzemne vode, čeprav bo njena raven padala, načeloma vedno dovolj na razpolago vsaj za pitno vodo. So pa seveda velike regionalne razlike sploh v potrebah po vodi, ki je največja prav v času suš. Vse razpoložljive vode je v Sloveniji za štiri milijarde kubičnih metrov na leto, kar je skoraj 2000 kubičnih metrov na prebivalca, ki se črpa v glavnem iz medzrnskih vodonosnikov na različnih globinah, večinoma med 10 in 30 metrov. Povedati pa je treba, da je dinamika količin v kraških vodonosnikih hitrejša in da so ti bolj občutljivi za sušne razmere.«

Voda za vodooskrbo iz medzrnskih vodonosnikov se večinoma črpa iz odprtega zgornjega vodonosnika. To pomeni, da vanj neposredno pronica voda s površja, ki se filtrira preko zemljine, preko procesov v prsti. Tveganje za onesnaženje iz družbenih dejavnosti (kmetijstvo, industrija, razlitja) je tako večje. Ob onesnaženju komunalna podjetja velikokrat iščejo nove vodne vire. Tak primer je npr. črpališče Skorba pri Ptuj, kjer so zaradi onesnaženja prešli na črpanje vode iz spodnjega vodonosnika.

Pri oceni količinskega stanja vodnega telesa Dravska kotlina so ugotovili, da prihaja do določenega vdora slabše vode v spodnji vodonosnik. Meritve tako kažejo na občasno povečanje nitratov tudi v spodnjem vodonosniku. Ker ta ni dobro raziskan, ugibajo, da sta vodonosnika nekako povezana in nitrati z vodo prehajajo v spodnjega bodisi preko prepustnejših plasti bodisi ob sami vrtini. Kot vidimo, imamo v Sloveniji več »vrst« podzemne vode – več različnih tipov vodonosnikov. Geotermalni vodonosniki so globoki vodonosniki, katerih vodo najbolj poznamo po toplicah in tudi pridelkih. Termalni turizem zajema vodo do tisoč metrov globine. Geotermalni vodonosniki imajo počasno napajanje, zato se na tem območju »pritiski« geotermalne podzemne vode nižajo. Da gre za vpliv črpanja, kaže podatek, da so se med korono pritiski relativno ustalili zaradi manjšega črpanja za potrebe term. Načeloma naj bi po Vodni direktivi EU črpano (neonesnaženo) vodo vračali v isti vodonosnik, da z odvzemi ne bi posegali v razpoložljive količine geotermalne vode. V termah namreč večinoma odvezemajo samo toploto, ohlajeno vodo pa je danes tehnično mogoče tudi vtiskati nazaj v vodonosnik – so pa s tem povezani zelo visoki stroški, še poudarja dr. Frantar. ■