

## REZERVE I KAKVOĆA PODZEMNIH VODA U HRVATSKOJ

### Tipovi vodonosnika

Tekst *Opće stanje gospodarenja podzemnim vodama u Hrvatskoj*, koji su zajednički napisali Želimir Pekaš, dipl. ing. geol., i Darija Čupić, dipl. ing. geol., iz *Hrvatskih voda*, bio je predstavljen na međunarodnom skupu o stanju i zaštiti podzemnih voda, održanom od 7. do 9. lipnja 2007. u Beogradu u organizaciji instituta *Jaroslav Černi*. Tekst je tiskan u zborniku radova skupa s radovima desetaka autora iz cijeloga svijeta. Kako se nedavno u Zagrebu mnogo razgovaralo o kakvoći vode za piće i o njezinoj ispravnosti, spomenuti nam je rad i razgovor s autorima poslužio za analizu stanja vode u vodonosnicima i zahvatima vode za piće u svim dijelovima Hrvatske te o vodi koja ulazi u vodoopskrbni sustav naših gradova i naselja.

U Hrvatskoj se uglavnom mogu razlikovati dva tipa vodonosnika: međuzrnski koji prevladavaju u panonskom dijelu i kraški sa sekundarnom pukotinskom poroznošću u području Dinarida. Crnomorskim slivom dominiraju prostrane ravnice Drave i Save, desnih pritoka Dunava koje su ispunjene velikim naslagama kvartarne starosti. U njima su formirani vodonosnici međuzrnske poroznosti s iznimno velikim količinama podzemne vode. Ti su vodonosnici glavni vodoopskrbni resursi sjevernog dijela Hrvatske. Južni dio crnomorskog sliva od razvodnice s jadranskim slivom do rubnoga dijela Panonskog bazena pripada kraškom području Dinarida, istih ili sličnih hidrogeoloških značajki koje imaju i kraški vodonosnici jadranskog sliva. Ti sjeverni vodonosnici pukotinske poroznosti zauzimaju razmjerno male po-

### RESERVES AND QUALITY OF GROUND WATER IN CROATIA

Although ground water deposits participate with only 12 percent in the total water resources of Croatia, they actually account for more than 90 percent of all water contained in water supply systems. That is why their quality and quantity is considered to be of exceptional significance. Ground water aquifers are situated in the Black-Sea and Adriatic drainage basins. Two main types can be differentiated: intergranular type, which dominates in lowland areas and the karstic type, with fissure-type porosity, which is dominant in mountainous areas. Water quality is much higher in karst areas, particularly in Gorski kotar, Lika and in Dalmatian hinterland areas, while ground water deposits in lowland areas are affected by small thickness of soil above the aquifer, and by high population density, industrial plants and intensive agricultural practices. All aquifers have been tested in accordance with international ground water quality guidelines, and possible risks have been identified. This research can be used to determine what kind of water is drunk by residents in each region of Croatia.

vršine u vršnim dijelovima gorskih predjela, ali također daju značajne količine vode za vodoopskrbu (Hrvatsko zagorje, Požeška dolina). Aluvijalni vodonosnici u pridravskoj i prisavskoj ravnici odlikuju se pak velikom propusnošću, a u njima su akumulirane znatne količine podzemne vode i imaju mogućnost potpunog napajanja. Ti vodonosnici imaju vrlo spore podzemne tokove, od nekoliko centimetara do nekoliko metara na dan, a time i spore izmjene vode, pa veća onečišćenja mogu imati trajne posljedice. A to se upravo i događa na području Zagreba.

Najproduktivniji su vodonosnici sa slobodnom površinom uz gornje tokove Save i Drave, a prema istoku izdašnost se vodonosnika znatno smanjuje zbog prevladavanja sitnozrne komponente i vrlo su česte pojave subarteških i arteških (omeđenih) vodonosnika.

U slivu Jadranskog mora prevladava krš i tu su zanemarive pojave vodonosnika međuzrnske poroznosti. Temeljne su značajke kraških slivova prostrane zone prikupljanja vode u

planinskim područjima s vrlo bogatim oborinama i vrlo složeni uvjeti izviranja na kontaktima okršanih vodopropusnih karbonatnih vodonosnika i vodonepropusnih klastičnih stijena te uspornim djelovanjem mora. Okršavanje i podzemni tokovi dublji su od sadašnje morske razine zahvaljujući znatno nižim razinama mora u kvartarnom razdoblju. Tokovi su podzemnih voda vezani uz pukotinske sustave i stoga postižu relativno velike brzine (do 30 cm/s) i velike amplitude istjecanja kraških izvora (do 200 m<sup>3</sup>/s). Stoga postoje brojna kraška polja sa zonama izviranja i poniranja.

Količinska je nestabilnost kraških vodonosnih sustava, što je njihov osnovni problem, vezana za duga sušna ljetna razdoblja i slabe retencijske sposobnosti vodonosnika. Stoga ljetna razdoblja najčešće utječu na smanjivanje istjecanja vode na izvorima, a ponekad i potpuna presušivanja. Najveći su kraški izvori formirani na rubovima Dinarida, na sjeveroistočnoj strani prema unutrašnjim Dinaridima (Kupa, Kupica, Kamačnik, Zagorska Mrežnica, Dretu-

lja, Crna rijeka i Una) i dio su crnomorskog sliva te na jugozapadnoj strani prema Jadranu (Rječina, Novljanska Žrnovnica, Zrmanja, Krka, Cetina i Ombla) i dio su jadranskog sliva. Razvodnica između crnomorskog i jadranskog sliva vezana je za pojave vodonepropusnih klastita i slabo vodopropusnih dolomita paleozojske i trijasko starosti u planinskom području Gorskog kotara i Like.

### Zalihe i iskorištavanje podzemnih voda

Podzemne vode čine samo 12 posto ukupnih količina vode u Hrvatskoj, ali njihovu važnost najbolje pokazuje podatak da je više od 90 posto vodoopskrbnih količina gradova i naselja vezano uz tu vodu. Posebno valja istaknuti kvalitetu podzemnih voda u našoj zemlji, s čim se mogu pohvaliti samo rijetke europske zemlje, pa je stoga razumljiva i briga koja se pridaje tom važnom prirodnom resursu.

Strateške su rezerve određene na temelju postojećeg stupnja istraženosti podzemnih voda, a podijeljene su u četiri razine na temelju spoznaja o zalihama i kakvoći vode u pojedinim područjima, stupnju njihova trenutnog iskorištavanja i značenju za postojeću i buduću vodoopskrbu, a ponajprije prema mogućnostima njihove zaštite na teritoriju Hrvatske. Rezervama podzemne vode prve razine pripadaju vode kraških područja (Gorskog kotara, Like i unutrašnjosti Dalmacije) čiji se cjelokupni slivovi nalaze na području Hrvatske i koji se odlikuju visokom kakvoćom podzemne vode. Rezerve druge razine čine vode iz aluvijalnih vodonosnika u dolinama Save i Drave čija je prirodna kakvoća nešto lošija. Njih je i znatno teže očuvati zbog intenzivnog iskorištavanja prostora na kojem se nalaze. U treću razinu rezervi podzemnih voda uključena su područja iz kojih se voda intenzivno rabi, ponegdje i do krajnjih mogućnosti, zbog čega se kakvoća postup-

no pogoršava. Postoji opasnost da se u budućnosti dio tih voda zbog pogoršane kakvoće isključi iz vodoopskrbe. Četvrtoj razini rezervi pripadaju vodom bogata područja južne Hrvatske. Voda je dobre kakvoće, ali su priljevna područja većim dijelom izvan granica Hrvatske, što otežava ili onemogućuje aktivnu zaštitu njezine kakvoće.

Podzemna je voda dakle osnova svih zahvaćenih količina vode za javnu vodoopskrbu. Prosječna je opskrbljenost stanovništva iz javnih vodoopskrbnih sustava u Hrvatskoj 76 posto (3,34 milijuna stanovnika).



Nizinski dio rijeke Cetine

Opskrbljenost je stanovništva veća na jadranskom slivu (86 posto) u odnosu na crnomorski sliv (71 posto). Valja istaknuti da se prosječni stupanj opskrbljenosti stanovništva vodom iz javnih sustava po županijama znatno razlikuje. Planovima javnih vodoopskrbnih sustava do 2015. predviđeno je povećanje opskrbljenosti stanovništva na više od 90 posto.

U Hrvatskoj postoji 128 komunalnih društava koja imaju koncesiju za vodoopskrbu, a za tehnološke je potrebe izdano 319 koncesija. Za javnu

se vodoopskrbu iskorištava 407 zahvata podzemne vode, s ukupnim kapacitetom svih crpilišta od 22.741 l/s. Od toga je na crnomorskom slivu 276 zahvata podzemne vode, a na jadranskom 131 zahvat. Ukupni su gubici na sustavima približno 46 posto zahvaćenih količina. Velik se dio stanovništva bez javne vodoopskrbe opskrbljuje vodom iz tzv. lokalnih vodovoda, kojih u Hrvatskoj ima nekoliko stotina, pretežno na području crnomorskog sliva. Pritom je osnovni problem što kakvoća vode u tim sustavima nije pod kontrolom. Uvjeti su razvoja vodoopskrbe prilagođeni

raznolikoj i neusklađenoj naseljenosti, neravnomjernom razmještaju resursa te raznolikim značajkama reljefa.

Potrebe za primjenom novog načina upravljanja vodama koje se temelje na integralnom gospodarenju u okvirima održiva razvoja, neprekidni zahtjevi za novim količinama podzemne vode, sve složeniji uvjeti u kojima treba očuvati kakvoću podzemnih voda te zahtjevi za razinom spoznaja o podzemnim vodama što proizlaze iz Okvirne direktive o vodama Europske unije pokazuju da se unatoč naizgled velikoj istraženosti

cjelokupnoga teritorija Hrvatske ne raspolože s dovoljno podataka za rješavanje sve većih problema u osiguravanju količina i zaštiti voda. U kraškim se područjima može uočiti nedovoljna istraženost granica pojedinih slivova, za što je potrebno provesti hidrogeokemijska istraživanja i dodatna trasiranja tokova podzemnih voda u različitim hidrološkim uvjetima.

### Kakvoća podzemnih voda

Za praćenje kakvoće podzemnih voda ne postoji nacionalni program, a kakvoća se podzemne vode prati sa-

izvori i zdenci) i na širem području Zagreba, Varaždina i Osijeka prati se i ocjenjuje i prema Uredbi o klasifikaciji voda.

Podzemna voda u zapadnom dijelu savskoga i dravskoga aluvijalnog vodonosnika, točnije na zagrebačkom i varaždinskom području gdje su pokrovne naslage razmjerno male debljine, prema pokazateljima kvalitete blizu najvećim dopuštenim vrijednostima koncentracije onečišćenja, a to upućuju na antropogeno onečišćenje. Nizvodno je zbog veće debljine pokrovnih naslaga ranjivost vodonosnika s površine znatno smanje-

agrotehničkih sredstava u poljoprivredi. Kakvoća podzemne vode iz gorskih vodonosnika u panonskom području uglavnom je izvanredne kakvoće, jedini je problem povremena pojava bakteriološkog onečišćenja, a to je rezultat neodgovarajuće odvodnje otpadnih voda u područjima njihova napajanja.

Podzemne su vode kraških područja, zbog velike prirodne ranjivosti kraških sustava te brzog unosa i pronosa zagađenja kroz podzemlje na velike udaljenosti, potencijalno stalno ugrožene. Unatoč tome još se uvijek odlikuju uglavnom visokom kakvoćom. Povremena kratkotrajna zamućenja i bakteriološka onečišćenja nastaju samo kao posljedica velikih oborina, posebno nakon dugoga sušnog razdoblja. Na opterećenja podzemne vode u kršu djeluje i pojačana poljoprivredna djelatnost, otpadne vode naselja i industrije, različite vrste odlagališta, rudarski radovi, uskladištenje te prijevoz opasnih tvari i sl., uglavnom neprovođenje propisanih zaštitnih mjera u uspostavljenim zonama sanitarne zaštite, što za posljedicu ima još uvijek samo povremene pojave onečišćenja na pojedinim izvorima.

Izvorišta pitke vode koja se rabe ili su rezervirana za javnu vodoopskrbu trebala bi se zaštititi od onečišćenja i namjernog ili slučajnog zagađenja te od svih drugih utjecaja koji mogu nepovoljno djelovati na zdravstvenu ispravnost vode i njezinu izdašnost. Postojeća se zaštita temelji na Zakonu o vodama (NN br. 107/95, 150/05) i Pravilniku o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN br. 55 /02).

Na području crnomorskog sliva 45,7 posto crpilišta ima odluku o zaštitnim zonama, a 55,3 posto nema nikakvu zaštitu. Na području jadranskog sliva u kopnenom dijelu zaštitne zone ima 49,1 posto crpilišta, a nikakve zaštite nema 51,9 posto crpilišta na kopnenom dijelu i 56 posto na otocima. Gledajući na količine,



Sava kod Gunje

mo na vodocrpilištima. Zbog toga ne postoje dovoljno pouzdani podaci o kakvoći podzemne vode u priljevnim područjima izvorišta na velikom dijelu Hrvatske, a ni pravodobne spoznaje o ugroženosti pojedinih crpilišta, rekao nam je inž. Želimir Pekaš. Podzemne se vode ponajprije rabe za javnu vodoopskrbu i njihova se kakvoća uglavnom ocjenjuje prema pokazateljima određenim Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. U okviru nacionalnog praćenja (monitoringa) kakvoća podzemnih voda na području krša (pojedini

na. U tim predjelima kakvoća podzemne vode odraz je prirodnih uvjeta u vodonosniku. No kako prevladavaju predjeli sa smanjenim uvjetima zaštite, podzemna voda sadrži visoke koncentracije željeza i sličnih tvari (mangan, amonijak, arsen i sl.). Zbog velike naseljenosti područja na kojima se prostiru najznačajniji vodonosnici, najveća opterećenja podzemnih voda dolaze od otpadnih voda iz kućanstava i otpadnih voda iz industrije, te zbog nepostojanja i lošeg stanja sustava odvodnje, odlagališta otpada i intenzivne primjene

situacija je znatno bolja jer je zaštitnim zonama obuhvaćeno oko 87 posto vode koja se trenutno zahvaća za javnu vodoopskrbu.

### Tipovi vodonosnika

U aktivnostima vezanim za primjenu Okvirne direktive o vodama Europske unije na području crnomorskog sliva izdvojena su tri osnovna tipa vodonosnika na temelju kojih je provedeno grupiranje cjelina podzemnih voda koje tvore osnovni, sekundarni i neproduktivni vodonosnici.

Osnovni kvartarni vodonosnici intergranularne poroznosti nalaze se u dolinama rijeka Drave i Save i imaju visoka hidraulička svojstva, a na njima se temelji glavina javne vodoopskrbe u sjevernoj Hrvatskoj ili su tek planirani za vodoopskrbu (dravski vodonosnik, vodonosnik na zagrebačkom području, konusni nanosi desnih pritoka rijeke Save i aluvijalni vodonosnik na karlovačkom području). Osnovni karbonatni vodonosnici pukotinsko-kavernozne poroznosti i visoke propusnosti nalaze se u zonama visokog krša u slivovima rijeka Kupe i Une iz kojih podzemna voda istječe na izvorima vrlo visoke izdašnosti.



Drava u blizini Osijeka

Sekundarni kvartarni vodonosnici intergranularne poroznosti u slivovima Drave i Save nešto su nižih hidrauličkih svojstava i služe vodoopskrbi, a izdašnost izvorišta im je redovito manja od 20 l/s. Karbonatni vodonosnici pukotinske poroznosti i osrednje propusnosti nalaze se u području sjeverne Hrvatske (Zagorsko i Slavansko gorje, Žumberačko-samborsko gorje i Medvednica), a karbonatni vodonosnici pukotinsko-kavernozne poroznosti u zonama plitkog krša u slivovima rijeke Kupe praktički su bez značajnijih izvora.

Neproduktivni su vodonosnici uglavnom ograničeni na neogenske naslage (izmjena lapora, praha, glina, pijesaka, mjestimice karbonata), kvartarne naslage niskih hidrauličkih svojstava i malih debljina te metamorfne stijene (propusne samo ispod površine terena) koje općenito ne mogu dati količine veće od 5 l/s, pojasnila je inž. Darija Čupić.

Na području jadranskog sliva izdvojene su također tri grupe vodonosnika. U osnovne su svrstani karbonatni vodonosnici pukotinsko-kavernozne poroznosti i visoke propusnosti iz kojih podzemna voda istječe s velikom izdašnošću (uglavnom većom

od 10 l/s) i na čijim su priobalnim izvorima ili vruljama izvedeni glavni vodoopskrbni zahvati.

Sekundarni su karbonatni vodonosnici pukotinsko-kavernozne poroznosti iz kojih podzemna voda istječe na izvorima izdašnosti uglavnom manjim od 10 l/s. Takvi su i vodonosnici u razmjerno dubokim razinama podzemne vode koji do danas nisu zahvaćeni i za koje još uvijek postoje problemi za tehnički i gospodarski najpovoljnije iskorištavanje podzemne vode. Tome treba pribrojiti i otočke vodonosnike u kojima pojačano crpenje u ljetnom sušnom razdoblju stvaraju mogućnost zaslanjivanja.

Neproduktivni su vodonosnici uglavnom ograničeni na klastične i fliške naslage (izmjena lapora, praha, glina, pijesaka, mjestimice karbonata, pješčenjaka, konglomerata i breča) te kvartarne naslage niskih hidrauličkih svojstava i malih debljina u kraškim poljima koje općenito ne mogu dati količine veće od nekoliko litara na sekundu.

Pri definiranju prirodne ranjivosti kvartarnih vodonosnika u Dravskom i Savskom bazenu najznačajniji podaci bili su oni o debljinama i litološkom sastavu naslaga kojima je osnovna uloga prirodna zaštita vodonosnika, dok su na području jadranskog sliva najznačajniji podaci, osim geološke građe i hidrogeoloških značajki, bili dubina podzemne vode, geomorfološke pojave i ponorne zone. Nakon analize litološkog sastava i debljine naslaga iznad vodonosnika te izrade karata povoljnosti naslaga za zaštitu, izrađena je karta ranjivosti i za crnomorski i za jadranski sliv.

Početna odredba prirodne kakvoće vode napravljena je na temelju praćenja kakvoće sirove vode na crpilištima te sustavnim motrenjima na državnim vodama. Prema propisima praćenje kakvoće podzemnih voda obvezatno je na svim crpilištima uključanim u javnu vodoopskrbu, ali

opseg praćenja rijetko zadovoljava kriterije propisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 46/1994). Kakvoća vode opaža se samo na crpilištima koja se rabe za javnu vodoopskrbu i to uglavnom na vodozahvatima (zdenac ili izvor). Na priljevnim područjima crnomorskog sliva praćenje se kakvoće podzemne vode provodi samo na većim crpilištima (zagrebačkom, varaždinskom i osječkom) na kojima su zahvaćeni aluvijalni vodonosnici. Za razliku od crnomorskog sliva u jadranskom je slivu velik broj izvora stalno uključen u mrežu opazanja.

### Kemijska ispitivanja

Za kemijsko stanje podzemnih voda i stanje kakvoće odnosno izbor osnovnih pokazatelja odabrani su: temperatura podzemne vode, redoks (kemijske reakcije s istodobnom oksidacijom i redukcijom), uvjeti u podzemnim vodama, mineralizacija i salinitet, stanje kiselosti podzemne vode (alkalitet, pH vrijednost), sadržaj hranjivih dušičnih soli ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ) i fosfora (ukupni i ortofosfati). Ispituju se još antropogeni utjecaji (poljoprivreda, industrija, kućanstvo, odlagališta otpada itd.), teške kovine (željezo može biti prirodnoga i antropogenoga podrijetla), kemijska potrošnja kisika, kloridi, dokazi utjecaja poljoprivrede i uporabe mineralnih i prirodnih gnojiva, otpadnih voda s prometnica, kućanstava, poljodjelstva te drugi pokazatelji (suspendirana kruta tvar, mutež, mikrobiološki pokazatelji, sadržaji mineralnih ulja i sl.).

Osnovna je značajka prirodne kakvoće podzemnih voda u vodonosnicima intergranularne poroznosti u sjevernoj Hrvatskoj povećan sadržaj željeza, mangana, amonijaka i pratećih sastojaka od kojih se posebno ističe arsen zabilježen u istočnoj Slavoniji (Osijek i Vinkovci). To je posljedica prirodnih uvjeta u vodonosniku i nije antropogenog podrijetla. Podzemne vode s povećanim konce-



Detalj s rijeke Zrmanje

tracijama teških kovina ugaonom se odnose na duboke vodonosnike istočnih predjela sjeverne Hrvatske. Kakvoća podzemnih voda iz karbonatnih vodnosnika sjeverne Hrvatske iznimno je dobra, budući da su smješteni u gorskim područjima pokrivenim šumama, pa u njihovu priljevnom području nema izvora onečišćenja. Na području s karbonatnim stijenama prirodna je kakvoća podzemnih voda vrlo dobra. U prirodnim uvjetima za srednjih i malih voda kakvoća je podzemne vode vrlo dobra. Za velikih kiša izvorska se voda zamućuje, ali to traje samo nekoliko dana.

Kakvoća vode u dubljim dijelovima zagrebačkoga aluvijalnog vodonosnika odraz je prirodnih geokemijskih uvjeta, a na više su mjesta plići dijelovi vodonosnika pod različitim antropogenim utjecajima. Kakvoća podzemne vode na zagrebačkom području uglavnom odgovara Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN br. 46/94 i NN br. 49/97). Međutim, premda u većini slučajeva ne prelaze najviše dopuštene koncentracije u vodi za piće, na degradaciju kakvoće podzemne vode, što je posljedica antropogenog utjecaja, upu-

ćuju nitrati, ulja, lakohlapljivi ugljikovodici te bakteriološka onečišćenja. Na području varaždinskog vodonosnika na prvoj su razini podzemne vode uočene povišene koncentracije nitrata kao rezultat antropogenih utjecaja, a ispod su znatno niže.

Kakvoća je vode na analiziranim izvorima u Hrvatskom primorju i Lici iznimno dobra. Svi su pokazatelji ispod najviše dozvoljenih koncentracija, osim mikrobioloških koji se prema Uredbi mogu svrstati u vodu I. i II. vrste. Izvori u Lici imaju samo povremeno problematične bakteriološke pokazatelje. U nešto su lošijem stanju zbog povećane koncentracije nitrata na jugu Istre "pulski zdenci", zbog jače naseljenosti te industrijskoga i poljoprivrednog razvoja. Na priobalnim se izvorima povremeno zamjećuje utjecaj mora tijekom sušnih razdoblja i povećanog crpenja. Dalmatinski izvori (Ljuta, Ombla, Opačac, Mala Ruda, Jadro, Butina, Prud, Čikola i Zrmanja) imaju stalno jako ili slabo bakteriološko zagađenje, a izvor Krčić samo povremeno povećane mikrobiološke pokazatelje. Veći dio slivova dalmatinskih izvora nalazi se na teritoriju Bosne i Hercegovine, pa mogući po-

većani pokazatelji mogu potjecati iz susjedne države.

Količina podzemnih voda na području crnomorskog sliva zadovoljavajuće. Praktički nema regionalnog utjecaja na trajno snižavanje razina podzemne vode u vodnosnicima intergranularne poroznosti, osim u zapadnom dijelu savskoga i središnjem dijelu dravskoga vodonosnika. No to se smanjivanje razina podzemne vode ne pripisuje samo prevelikoj eksploataciji, već i drugim čimbenicima (izgradnji hidroenergetskih objekata u Sloveniji, uređenju pritoka Save i bujičnih tokova te regulaciji korita Save i eksploataciji šljunka). Zasad nije utvrđen ni utjecaj na smanjivanje količine podzemnih voda u kraškim vodonosnicima.

Podaci o točkastim izvorima onečišćenja nisu bili dovoljni za detaljniju analizu. Utvrđeni su takvi pritisci od industrije, na ispustima sustava uređaja odvodnje i na odlagalištima. Analiza je uključivala utvrđivanje i ocjenu utjecaja na kakvoću podzemne vode na svim dostupnim mjernim mjestima (crpilišta, izvorišta, piezometri i sl.).

Za analizu utjecaja raspršenih izvora onečišćenja rabljeni su podaci o pokrivenosti terena poljoprivrednim površinama (oranicama) i njihovu opterećenju dušikom, kalijem i fosforom u prihranjivanju različitih poljoprivrednih kultura. Najveća je količina dušika, kalija i fosfora u crnomorskom slivu utvrđena u Hrvatskom zagorju, dolinama Ilove i Pakre te Požeškoj kotlini. U području jadranskog sliva količine dušika, kalija i fosfora redovito ne prelazi 0,1 t/ha, ali izuzetak je Hrvatsko primorje gdje su na malobrojnim površinama te vrijednosti neznatno premašene.

### Kategorizacija rizika vodnih cjelina

Na temelju utvrđivanja značajki cjelina podzemnih voda, dostupnih podataka o količinskom stanju, analize

točkastih i raspršenih izvora onečišćenja te raspoloživih podataka o kakvoći, načinjena je kategorizacija rizika vodnih cjelina. Sve su izdvojene cjeline podzemnih voda podijeljene u četiri kategorije: značajan rizik, vjerojatno značajan rizik, nema rizika i vjerojatno bez rizika. U "načajan rizik" svrstane su cjeline podzemnih voda u kojima je na temelju podataka o razinama, a i kakvoći, utvrđen stvarni negativni utjecaj. Na području crnomorskog sliva to se ponajprije odnosi na desnu obalu Drave na varaždinskom području gdje je sadržaj nitrata u podzemnoj vodi prvoga vodonosnika dvostruko veći od najvećih dopuštenih koncentracija za pitku vodu. Tu je također i zagrebačko područje gdje kakvoća podzemne vode još uglavnom odgovara uvjetima za pitku vodu, ali neki pokazatelji (sulfati, kloridi, ulja i masti, lakohlapljivi ugljikovodici te nitrati) upućuju na jak antropogeni utjecaj. Na tom se području uočava i snižavanje razina podzemnih voda.

Na kraškom su području u „značajan rizik“ svrstane dvije cjeline podzemnih voda u Gorskom kotaru (Čabranka i Kupica) u kojima je ustanovljen utjecaj otpadnih komunalnih voda obližnjih naselja. Na području jadranskog sliva to su vodne cjeline Dragone, gdje su crpilišta isključena iz vodoopskrbe zbog bakteriološkog onečišćenja, i Pazinčice jer se u tok te rječice prije ponora ispuštaju otpadne vode kanalizacijskog sustava grada Pazina. Na pulske zdence utječe prekomjerno iskorištavanje, zbog čega dolazi do zaslanjivanja vodo-crpicila i vodonosnika.

'Vjerojatno značajan rizik' odnosi se na cjeline podzemne vode gdje utjecaj na kakvoću podzemne vode nije osobito izražen ili ga nije moguće utvrditi prema raspoloživim podacima, ali se pretpostavlja da ga ima s obzirom na znatno iskorištavanje

prostora. Tako je na području crnomorskog sliva primjerice crpilište Nedelišće, gdje je sadržaj nitrata u podzemnoj vodi odraz antropogenog zagađenja. Na području jadranskog sliva to su cjeline podzemne vode u središnjoj Istri i na desnoj obali Raše.

Cjeline podzemne vode u kategoriji 'nema rizika' uglavnom se odnose na neproduktivne stijene, ali i na sekundarne vodonosnike na kojima nema značajnih iskorištavanja prostora, a nije utvrđen ni nepovoljan utjecaj na kakvoću podzemne vode. Na području jadranskog sliva najveći je dio podzemnih voda svrstan u tu kategoriju jer je utvrđeno da su vode razmjerno dobre kakvoće. Osim povremenog zamućivanja u kraškim podzemnim vodama, povremeno se uočavaju i povećani mikrobiološki pokazatelji, osobito u kišnim razdobljima. No većina mikrobioloških pokazatelja pokazuje prirodno stanje vode na mjestima uzorkovanja koja su uglavnom nizvodnije od mjesta istjecanja podzemne vode. Opterećenja su razmjerno mala, posebno u zaleđu izvorišta gdje je naseljenost slaba, a nema ni industrije. Najveća su naselja smještena uz morsku obalu i imaju povećana opterećenja, posebno u turističkoj sezoni.

Podzemne vode svrstane u kategoriju 'vjerojatno bez rizika' uglavnom se odnose na cjeline gdje nepovoljan utjecaj na kakvoću podzemne vode nije bilo moguće ustanoviti. No pretpostavlja se da ga nema ili se opažaju povećani mikrobiološki pokazatelji za koje se ne može utvrditi jesu li prirodnog ili antropogenog podrijetla. Moguće je također da postojeće opterećenje prostora može utjecati na pogoršanje kakvoće podzemnih voda.

Jadranka Samokovlija Dragičević

Snimke:  
L. Dragičević i arhiva Ž. Pekaša