

Upravljanje s kraškimi vodnimi viri in odnos do pitne vode

Povzetek

V Sloveniji skoraj polovico potreb po pitni vodi pokrivamo s črpanjem vode iz kraških vodnih virov (ob suši celo dve tretjini). Kakovost vodnih zalog je še relativno visoka, čeprav je trenutna stopnja zaščite kraških vodnih virov in njihovih prispevnih območij nezadovoljiva. Vzroki so povezani z zmešnjavo na zakonodajnem področju in tudi v pomanjkanju znanja o trajnostnem ravnanju z vodnimi viri.

Čeprav je bilo v nekaterih evropskih državah že preizkušenih nekaj metod za ocenjevanje in kartiranje ranljivosti kraških vodnih virov, ki naj bi bile osnova za določitev vodovarstvenih območij ter za načrtovanje rabe prostora v zaledju zajetih kraških izvirov in vrtin, v Sloveniji tovrstne metode še niso uveljavljene. Ogrožena pa ni le kakovost voda, ampak tudi razpoložljive količine. Odkar je razširjena javna oskrba

s pitno vodo, njena poraba narašča. Obsežna raziskava porabnikov pitne vode v gospodinjstvih je pokazala, da največje količine porabimo za splakovanje gospodinjskih in straniščnih odpadkov, za pranje in zalivanje vrtov. Rezultati raziskave so lahko droben prispevek k dopolnilnim podlagam pri oblikovanju temeljnih načrtov za učinkovitejše upravljanje z vodnimi viri v prihodnosti.

Summary

In Slovenia karst groundwater contributes up to 50% of the total drinking water supply (in dry period this amount reaches 2/3). The quality of the water is relatively high, even though the protection of the sources is insufficient. The reason is the confusion in drinking water protection policy and the lack of knowledge about sustainable water management in karst regions. Methodology for the assessment and mapping of water sources

vulnerability, which should be the basis for the water protection zones and regimes establishment and for planning of land use in the background of the captured karst sources and wells, has not been put into effect in Slovenia yet, even though in some of the European countries have already been tested and some methods of this kind. Not only the quality of water is threatened. Since public drinking

water supply is prevalent, its consumption rapidly increases. An extensive analysis of drinking water household users has shown, that the biggest quantities of water are used for flushing household and toilet waste, for washing and garden watering. The results of the research can represent an additional basis in forming the basic plans for the most effective management of water resources in the future.

1. Kras

Kras je oblika površja, za katero so značilne tipične površinske in podzemeljske oblike, ki so se razvile izključno s kemičnim delovanjem vode na lahko topnih karbonatnih kamninah (apnenec, dolomit). Deževnica se v atmosferi in pri prenikanju skozi prst namreč obogati s CO₂ in tako tvori šibko ogljikovo kislino, v stiku s karbonatnimi kamninami pa jih intenzivno raztaplja.

Pri tem nastajajo značilni kraški pojavi, kot so vrtače, udornice, kraška polja, kopasti vrhovi,

izviri, ponori na površju ter jamski sistemi in brezna v podzemlju, od mikroreliefnih oblik na goli skali pa škraplje in žlebiči. Gre za svet brez prave površinske rečne mreže, vendar z izjemno svojevrstnim sistemom podzemskega pretakanja voda po korozijsko razširjenih razpokah in kanalih. Na območju nihanja podtalnice se pogosto srečujemo z večjimi in manjšimi presihajočimi jezери.

Hitrost in intenzivnost raztapljanja karbonatnih kamnin sta odvisni od lastnosti kamnin in od lokalnega podnebja. Spreminjata se z geografsko

* Univ. dipl. geogr. in sinol., Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna

širino, razgibanostjo površja, s količino padavin, z debelino prsti, ki prekriva karbonatne kamnine, in s temperaturo.

Značilni tip površja kras (pisano z malo začetnico!) je dobil ime po pokrajini Kras v jugozahodni Sloveniji in je znan povsod po svetu. Geopolitične, zgodovinske in prometne razmere v 19. stoletju so bile vzrok, da je prav pokrajina Kras postala sinonim za to posebno oblikovanost površja. Njegovo slavo so v svet ponesli popotniki, geografi, kartografi in drugi učenjaki, ki so prvič v zgodovini omenjali in opisovali najznamenitejše kraške pojave ravno s slovenskega ozemlja. Več slovenskih izrazov za površinske kraške pojave se zato uporablja tudi v mednarodni terminologiji (polje, dolina, ponor).

V Sloveniji je kar 44 odstotkov (9000 km²) ali skoraj polovico vsega državnega ozemlja kraškega (Novak, 1993 a). Kraško površje se razteza od visokogorskega sveta Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alp na severu, do Soče in Sredozemskega morja na zahodu ter do planot v Gorskem Kotarju in do Kolpe na jugu. Karbonatnih kamnin je manj v osrednjem delu Slovenije, severovzhodna Slovenija pa je skoraj popolnoma brez karbonatnih kamnin (slika št. 1).

Največja odlika našega krasa je velika pestrost različnih kraških tipov na majhnem ozemlju. Nekateri tipični kraški pojavi so v posameznih tipih krasa različno razviti zaradi drugačnih geoloških,

hidroloških, klimatskih in drugih razmer. Kraški pokrajinski tipi se poleg različnih morfoloških oblik med seboj razlikujejo še po nastanku, pokritosti s prstjo in vegetacijsko odejo ter po stopnji zakraselosti, kar vpliva tudi na gostoto poselitve in različno gospodarsko izrabo območja.

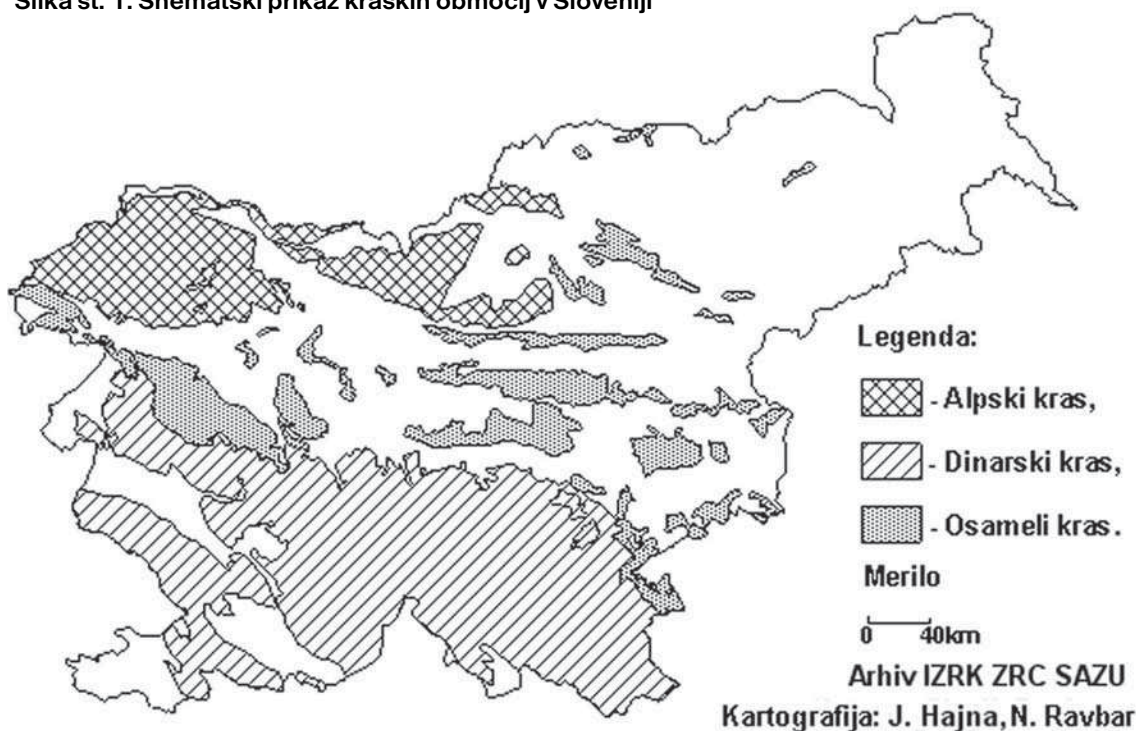
Dosedanja kraška literatura v grobem deli kraška območja v Sloveniji na alpski, dinarski in osameli kras (Habič, 1969; 1993; Gams, 1974; 2003; Kunaver, 1983). Alpski kras je razvit v Julijskih in Kamniških Alpah, delno tudi v Karavankah. Najobsežnejša sklenjena območja zavzema dinarski kras v južni Sloveniji, ki ga navadno delimo na primorski, notranjski in dolenski kras (Gams, 2003). Osameli kras so manjše krpe karbonatnih kamnin, obkrožene s fluvialno pokrajino v zahodni, osrednji in vzhodni Sloveniji.

2. Pomen kraških vodnih virov

Kraške vode so bile od nekdaj pomemben naravni vir, tako za vodooskrbo in kot energetski vir - kraški izviri in ponikalnice so nekoč poganjali številne mline in žage. Danes kraške izvire bolj izkoriščamo za oskrbo s pitno vodo.

V Evropi karbonatne kamnine pokrivajo 35 odstotkov ozemlja in dobršen delež pitne vode prispevajo kraški vodonosniki. V nekaterih alpskih

Slika št. 1: Shematski prikaz kraških območij v Sloveniji



Vir: Prirejeno po Habič, 1969; Novak, 1993 a.

državah, kot je npr. Avstrija, kraški vodni viri pokrivajo celo več kot polovico potreb po pitni vodi.

V Sloveniji s črpanjem vode iz kraških vodnih virov (Rižana, Mrzlek, Hubelj, Vipava, Malni, Bistrica, Rakitnica, Dobljčica itd.) zadovoljujemo skoraj polovico potreb po pitni vodi, ob suši pa kraška voda pomeni kar dve tretjini naših vodnih zalog (slika št. 2). Zato je kras pomemben tudi z gospodarskega vidika, kraška podtalnica pa pomemben strateški vir.

Slika št. 2: Zajetje izvira Rižane



Foto: N. Ravbar

Sodobna vodooskrba v Sloveniji temelji na stalnih in izdatnih izviroh ali na črpanju podtalnice, ki oskrbujejo več deset do več sto tisoč prebivalcev, javna vodovodna omrežja pa merijo tudi nekaj sto kilometrov (preglednica št. 1).

Viri, ki temeljijo na zajemanju skromnejših kapacitet in oskrbujejo le manjše število prebivalcev, postopoma izgubljajo na pomenu. Pristojne komunalne službe težijo k opuščanju lokalnih izvirov in k priključitvi prebivalcev na regionalno vodovodno omrežje, kar povečuje obseg črpanja pitne vode iz regionalnega vodnega vira. V primeru onesnaženja lahko oskrbovano območje ostane brez pitne vode oziroma je njena kvaliteta omejena in oskrba motena. Z večanjem območja, ki je odvisno od enega samega vodnega vira, se veča tudi število prebivalcev, ki bi ob morebitnem onesnaženju ostali brez pitne vode.

Čeprav so zaloge podzemske vode v krasu velike, človekovi vplivi že ogrožajo njeno kakovost. Zaradi vsestranskega družbenega razvoja so kraške vode vse bolj ogrožene z različnimi dejavnostimi; npr.: neurejeno odtekanje neočiščenih komunalnih in industrijskih odpadkov, nekontrolirano odlaganje odpadkov, okolju sporne živinorejske farme, uporaba naravnih in umetnih gnojil v kmetijstvu,

Preglednica št. 1: Osnovni podatki o črpanju in oskrbi prebivalcev s pitno vodo v Sloveniji iz izbranih vodnih virov

Vodovodni sistem	Vodni vir	Tip vodonosnika	Povprečna količina načrpane vode (v l/s)	Št. prebivalcev, ki jih vodovodni sistem oskrbuje	Povprečna poraba vode (v m ³ /leto)	Dolžina vodovodnega sistema
Rižanski vodovod Koper	Rižana	kraški	240	Od 80.000 do 100.000 v turistični sezoni	6,1 milijona	920 km
Kraški vodovod	Klariči (vrtine),	kraški	50			
Sežana	izviri izpod Nanosa	kraški	3-30	20.000	1,2 milijona	480 km
Kovod	Malni,	kraški	90			
Postojna	Nanoški izviri,	kraški	9,5	18.000	1,4 milijona	300 km
	izvir nad Planino	kraški	1			
Goriški vodovodi	Hubelj,	kraški	100			
	Mrzlek,	kraški	250	54.300	4,2 milijona	450 km
	Kromberk	kraški	20			
VO-KA	Kleče,	medzrnski	820			
Ljubjana	Hrastje,	medzrnski	400			
	Šentvid,	medzrnski	120	300.000	27,5 milijonov	1.100 km
	Brest,	medzrnski	130			
	Jarški prod	medzrnski	70			

neustrezno skladiščenje kmetijskih odpadkov, spremembe v rabi tal, različni gradbeni posegi in izlivi nevarnih snovi ob prometnih in drugih nesrečah ...

Kraška pokrajina se na antropogeno obremenjevanje odziva povsem drugače kot klasična fluvialna pokrajina. Zaradi velike prepustnosti karbonatnih kamnin, ki omogočajo takojšen prodor vode v podzemlje, so samočistilne sposobnosti voda v kraških vodonosnikih nižje in lahko potekajo le do določene mere. Poti podzemne vode v krasu so nam zaradi kompleksnih, zapletenih povezav in ekstremnega spreminjanja v različnih hidroloških stanjih praktično neznane. Z nekega območja se voda lahko glede na različen vodostaj razteka v več smeri in tudi vsakič drugače. Zaradi specifičnih značilnosti pretakanja voda (hitra infiltracija, minimalna filtracija, hiter prenos snovi daleč stran od točke vnosa, kratek zadrževalni čas voda v podzemlju in zato manj učinkoviti procesi samoočiščevanja, tesna povezanost podzemnih in površinskih voda) so kraški vodonosniki v primerjavi z nekraškimi izjemno občutljivi na onesnaževanje. Posebna zaščita kraških vodnih virov in ohranjanje njihove kakovosti je zato nujno potrebna.

3. Varovanje vodnih virov

Varovanje vodnih virov v izbranih evropskih državah: Smernice za delovanje Evropske unije na področju vodne politike, varovanje voda in uporabo regionalnega pristopa za preučevanje, izvajanje ukrepov in spremljanje stanja na področju voda določa Okvirna vodna direktiva Evropske unije – Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC). Njeni temeljni cilji so varovanje vseh površinskih in podzemnih vodnih sistemov, doseganje dobre kakovosti in ohranjanje zadostnih količin vseh voda ter upoštevanje naravnih značilnosti posameznih porečij. Od članic zahteva, da se označijo dejanski in potencialni onesnaževalci voda ter da se ustrezno zaščiti vse ogrožene vodonosnike. In končno, podpira način gospodarjenja z vodo, ki dolgoročno ščiti razpoložljive vodne vire z namenom zagotavljanja kakovostne oskrbe prebivalstva s pitno vodo.

Po zakonskih priporočilih Evropske unije v nedavno sprejeti Direktivi za podzemne vode – Groundwater Directive (GWD 2003/0210) so države članice obvezane spremljati kakovost podzemskih voda na podlagi skupnih kriterijev in identificirati onesnaževalce podzemskih voda. S tem naj bi se zagotovila dolgoročna zaščita kakovosti in zadostna količina podzemne vode v prihodnosti.

V različnih evropskih državah na podlagi teh smernic veljajo različna določila, ki ščitijo vire pitne vode. Vsaka država članica Evropske unije zaradi različnih pravnih sistemov individualno ureja zakonodajo na področju varovanja vodnih virov.

Zaščita podzemne vode praviloma temelji na konceptu vodovarstvenih območij, kjer so različne dejavnosti omejene. Pri določanju vodovarstvenih območij se strokovne službe opirajo predvsem na hitrost toka podzemne vode do vodnega vira (Drew, Hötzl, 1999), pri čemer ima vsaka država posebej določen potovalni čas vode v podzemlju od mesta vnosa do vodnega vira.

V švicarskih medzrnskih vodonosnikih notranje varstveno območje določa potovalni čas desetih dni do vodnega vira, v Nemčiji in Franciji potovalni čas 50 dni, v Avstriji 60 in na Irskem sto dni. V Sloveniji je notranje varstveno območje določeno glede na čas zadrževanja in razredčenja onesnaževala v podzemlju od mesta vnosa do zajetja in sicer s 50-dnevno izohrono za zaščito podtalnice v medzrnskih ali razpoklinskih vodonosnikih oziroma z 12-urno izohrono za zaščito podzemne vode v kraških vodonosnikih (Ur. l. RS, 64/04).

Predpisi in priporočila, predvideni za varovanje kraških vodnih virov, v nekaterih državah ne upoštevajo posebnosti pretakanja podzemskih voda v kraških vodonosnikih; heterogenost napajanja, pretakanja in praznjenja vodonosnikov (Drew, Hötzl, 1999) in spremenljivosti vodnih režimov posameznih kraških izvirov v različnih hidroloških situacijah. V medzrnskih vodonosnikih so hitrosti pretakanja podzemskih voda zelo nizke, manjše od desetih metrov na dan. Vodovarstvena območja imajo tako premer le nekaj sto metrov. Na kraških območjih te hitrosti dosežejo tudi do več sto metrov na uro (Novak, 1990; 1993 a), v dinarskem krasu pa najpogosteje med 1 in 2 cm/s (Milanović, 1979). Tako pri hitrosti 1 cm/s voda v 10 dneh preseže razdaljo 8 km. Poleg tega visoke hitrosti vode v krasu ne morejo zagotavljati zadostne razgradnje onesnaževal in večja oddaljenost od vodnega vira ne pomeni nujno tudi večje varnosti pred onesnaženjem. Zato zgolj upoštevanje hitrosti pretakanja podzemskih voda ni zadosten kriterij za varovanje vodnih virov, saj bi njihova varovalna območja obsegala več deset do več sto km² oziroma celotna zaledja, kar bi bilo sporno na območjih z veliko tržno vrednostjo zemljišč.

Zaradi visokih hitrosti infiltracije voda ter dotoka do kraške podtalnice, minimalnih sposobnosti filtracije, adsorpcije in drugih procesov je sanacija namernega ali nenamernega kemičnega oziroma

biološkega onesnaženja učinkovita le v izjemnih primerih, kar pri določanju vodovarstvenih območij kraških vodnih virov prav tako ni upoštevano.

Hidrografska zaledja posameznih kraških izvirov so pogosto zelo obsežna, zato je maksimalno zaščito za celotno območje nemogoče zahtevati. To bi bilo sicer ugodno za zaščito kraške podtalnice, vendar bi bile omejitve posameznih dejavnosti zaradi navzkrižnih interesov drugih uporabnikov prostora nesprejemljive. Zato v ospredje vse bolj stopa kartiranje in ocenjevanje občutljivosti, obremenjenosti in ranljivosti¹ kraških vodonosnikov oziroma vodnih virov, na osnovi katerih lahko pred pretiranim obremenjevanjem smiselno zavarujemo predvsem tista območja vodonosnikov, ki so najbolj občutljiva. Čeprav se zaledja posameznih vodnih virov močno razlikujejo, je z vidika načrtovanja in primerjave priporočljivo, da je za vse kraške vodne vire predpisana osnova istih kriterijev za določanje vodovarstvenih območij (Kovačič, Ravbar, 2003).

Čeprav evropska zakonodaja neposredno ne predpisuje načina ocenjevanja in izdelovanja kart občutljivosti, obremenjenosti in ranljivosti, predvideva le pregled stanja voda ter obsežno podatkovno bazo (Goldscheider, 2002), lahko s tem posredno predstavlja kakovostno podlago pri nadaljnjem ugotavljanju ranljivosti vodonosnikov. Natančna in bogata podatkovna baza, ki naj bi se zbrala na podlagi evropskih smernic, je namreč osnovno orodje pri izdelavi kakovostnih ocen ter kart občutljivosti, obremenjenosti in ranljivosti vodnih virov.

Ker imajo kriteriji za določanje varstvenih območij na krasu v zakonodaji držav članic Evropske unije omejeno vrednost, ponekod (Irska, Švica, Nemčija, Italija) v državno zakonodajo že uvajajo posebna določila, kjer pri izdelavi vodovarstvenih območij in režimov varovanja kraških vodnih virov upoštevajo posebnosti kraških vodonosnikov.

Cilji vseevropskih projektov, kot sta COST Action 65 in COST Action 620 (Zwahlen, 2004), so bili

razviti okoljska priporočila za varovanje kraških vodnih virov, ki bi bila prilagojena za vse države članice Evropske unije. V veljavo so že stopile nekatere metode kartiranja ranljivosti kraških vodonosnikov. Varovanje kraških vodnih virov, kot jih določajo predpisi, temelji na ocenjevanju in kartiranju občutljivosti vodonosnikov oziroma vodnih virov po naslednjih metodah: Irish Method na Irskem, EPIK Method v Švici, GLA Method v Nemčiji in SINTACS Method v Italiji.

Varovanje vodnih virov v Sloveniji: Poglavitna načela, cilje, načine in postopke za upravljanje z vodami, urejanje varovanja in rabe voda, vodnega in obvodnega prostora ter varstvo od vode odvisnih ekosistemov v R Sloveniji predpisujejo trije osnovni zakoni: Zakon o varstvu okolja (Ur. l. RS, 32/93), Zakon o ohranjanju narave (Ur. l. RS, 56/99) in Zakon o vodah (Ur. l. RS, 67/02). Zaščita vodnih virov temelji na vodovarstvenih območjih, ki so predpisana z Zakonom o vodah (Ur. l. RS, 67/02) in Pravilnikom o kriterijih za določitev vodovarstvenih območij (Ur. l. RS, 64/04).

V Sloveniji so bili okoljski predpisi za varovanje vodnih virov in podtalnice pripravljeni zelo splošno. Osamosvojitve in vključevanje v integracijske tokove EU pa odseva napredek tudi v okoljski zakonodaji. Temelj varovanja voda je bil postavljen leta 1993 s sprejetjem Zakona o varstvu okolja (Ur. l. RS, 32/93), ki ureja vprašanja interakcije človeka z drugimi deli okolja in med drugim vsebuje predpise glede obremenjevanja površinskih in podzemskih voda. Zakon o varstvu okolja se sicer ne spušča v področje varovanja vodnih virov in področje varovanja krasa, določa pa, da se predpišejo mejne vrednosti emisij snovi v vodo in mejne imisijske vrednosti. Zakon je podlaga za izdelavo študij ranljivosti okolja, ki pomenijo neposreden odgovor na priporočila o sonaravnem razvoju, ki so jih potrdile tudi podpisnice Agende 21 (Agenda 21, 1993). Priporočila ocenjevanje in kartiranje občutljivosti, obremenjenosti in ranljivosti okolja v okviru študij ranljivosti okolja.

Metodologija za zakonsko opredeljene študije ranljivosti okolja, ki jo je izdelala geografska

¹ Pojem »občutljivost kraškega vodonosnika« upošteva geološke, hidrološke in hidrogeološke značilnosti kraškega sistema in njegove naravne regeneracijske sposobnosti, ki so neodvisne od lastnosti in obnašanja posameznih onesnaževal. Določen je kot ocena samočistilnih sposobnosti kraškega okolja, ki temelji na oceni varovalne funkcije zaščitnih pokrovov in ostalih kazalcev, ki vplivajo na samočistilno sposobnost kraških vodonosnikov (koncentracija toka, razvitost kraškega sistema, padavinski režim, itd.) (Kovačič, Ravbar, 2003). Sinonim za občutljivost je pojem notranja ranljivost (intrinsic vulnerability), ki je bil vpeljan v okviru projekta COST Action 620.

Obremenjevanje je vsako trajno aličasno dejanje, ki ga povzroči človek v okolju in ga s tem umetno spreminja, bodisi z izkoriščanjem ali uporabo naravnih dobrin, s prometom, proizvodnjo in drugimi dejavnostmi, neprimernim odlaganjem odpadkov ter drugimi posegi (Špes s sodelavci, 2002).

Termin ranljivost kraških vodonosnikov označuje lastnosti kraških vodonosnikov, ki odraža tako občutljivost, kakor tudi že doseženo stopnjo dosedanjih človeških vplivov, ki že zmanjšujejo naravne regeneracijske in nevtralizacijske sposobnosti kraških voda (Kovačič, Ravbar, 2003).

raziskovalna skupina, predvideva oceno naravne regeneracijske in nevtralizacijske oziroma samočistilne sposobnosti okolja in njegovih sestavin, kakor tudi obseg in stopnjo človeških posegov, ki že zmanjšujejo njihovo samočistilno sposobnost in s tem tudi omejujejo nadaljnje posege (Špes s sodelavci, 2002).

V okviru različnih raziskav vzorčnih študij v različnih slovenskih pokrajinskih tipih in enotah so bili izbrani parametri za izdelavo študij ranljivosti okolja in njegovih sestavin (prsti, gozda, zraka, površinskih in podzemskih voda). Izkazalo se je, da izbor okoljsko pomembnih in relevantnih kazalcev, ki so vključeni v metodologijo za določanje ranljivosti podtalnice v medzrnskih vodonosnikih, nima zadovoljive uporabne vrednosti za proučevanje ranljivosti kraških vodonosnikov, ker ne upošteva že omenjenih posebnosti pretakanja voda v njih.

Leta 1999 je bil sprejet Zakon o ohranjanju narave (Ur. l. RS, 56/99), ki ureja varstvo od voda odvisnih ekosistemov. Zakon sicer ne predvideva splošnih varstvenih režimov za varovanje krasa in kraških vodnih virov, vendar omogoča varovanje kraških območij v okviru zavarovanih območij. Takšni primeri so regijski parki (Kepa, 2001), ki so z vidika varovanja vodnih virov še posebej ugodni, saj navadno obsegajo relativno obsežne pokrajinske enote. Poleg tega naj bi bili načrti upravljanja regijskih parkov zasnovani tako razvojno kot naravovarstveno.

V Sloveniji so kraški vodonosniki večinoma odročna območja, ki so zaradi reliefne razgibanosti in neugodnih klimatskih razmer praviloma manj privlačna za intenzivnejšo poselitev ter industrijskih, kmetijskih in drugih dejavnosti. Kljub relativno ugodnim razmeram za varovanje kraških vodonosnikov v primerjavi z razmerami na krasu po svetu je mnogo kraških vodnih virov, ki so zajeti za vodooskrbo, še vedno pomanjkljivo zaščitene (Kovačič, Ravbar, 2005). Občinski odloki o zaščiti vodozbirnega območja so večinoma le pasivni zaščitni ukrepi, ki v zaledju vodnega vira zahtevajo določene omejitve razvoja urbanizacije in dejavnosti in predpisujejo primerno komunalno ureditev naselij, razvoj čiste obrti in industrije ter zmerno uporabo gnojil in drugih sredstev v kmetijstvu.

Vodovarstveni režimi so največkrat slabo definirani, nadzor nad izvajanjem zaščitnih ukrepov pa neučinkovit. Izdelavo vodovarstvenih območij in režimov varovanja vodnih virov, ki se uporabljajo za javno oskrbo s pitno vodo, je do nedavnega predvideval že Zakon o vodah (Ur. l. SRS, 38/81) s pripadajočimi dopolnili. Za določanje

vodovarstvenih pasov so bili zadolženi lokalni upravni organi, kar je pripeljalo do zmešnjave pri zaščiti virov pitne vode (Kovačič, Ravbar, 2005). Zakon tudi ni predpisal enotne metodologije za določitev in izdelavo vodovarstvenih območij in režimov varovanja. Tako je bilo do nedavnega uveljavljenih več metodologij za določanje vodovarstvenih območij (Breznik, 1976; Janež, 1986; 1988; 1989; Rismal, 1993; Petauer, Veselič, 1997; 2000).

Na podlagi določil Zakona o vodah iz leta 1974 (Ur. l. 16/74), ki predvideva, da občinske skupščine z odlokom določijo varstvene pasove in druge ukrepe za varovanje voda, je bila dve leti kasneje pripravljena metodologija za določitev vodovarstvenih območij (Breznik, 1976). Po tej metodologiji je bila izdelana večina strokovnih podlag vodovarstvenih območij za sprejem občinskih odlokov. Vendar je metodologija pripravljena tako, da kriteriji ustrezajo le za določanje varstvenih pasov za zaščito vodnih virov iz medzrnskih vodonosnikov.

V osemdesetih in devetdesetih letih 20. stoletja so bile narejene prve metodologije za zaščito razpoklinskih in kraških vodonosnikov (Janež, 1986; 1988; 1989) ter dopolnitve navodil za pripravo normativnih aktov, ki so že sledile evropskim smernicam (Rismal, 1993). V okviru priprave dokumentacije in pogojev za izdelavo strategije vodooskrbe Republike Slovenije so bile v skladu s slovensko zakonodajo ter evropskimi zahtevami in normativi izdelane strokovne podlage za pripravo pravilnikov in metodologija za zaščito vodnih virov (Petauer, Veselič, 1997; 2000).

Vsem uveljavljenim metodologijam je skupno, da se obseg posameznih varstvenih pasov določi glede na čas potovanja onesnaževala s tokom podzemne vode od mesta vnosa do zajetja za medzrnske vodonosnike in glede na čas dotoka oziroma čas, ki je na voljo za intervencijo za kraške vodonosnike. Na tej podlagi so za vsak vodni vir predvideni vsaj trije vodovarstveni pasovi (Prestor, 2002), meje med njimi pa so določene s hidroizohipsami. Na območju, ki je bliže vodnemu viru, za obstoječe in potencialne aktivnosti veljajo strožje omejitve. V zaledju vodnih virov je v nekaterih primerih določen še četrti vodovarstveni pas, ki sovpada z morebitnim vplivnim območjem določenega vodnega vira (Kovačič, Ravbar, 2005).

Zaradi različnih pristopov k določanju varstvenih območij način zaščite posameznih vodnih virov ni neposredno primerljiv. To lahko povzroča težave pri načrtovanju različnih posegov v prostor, ki se razprostirajo na obsežnejših varovanih območjih (npr. prometnice, industrija, ipd.). Varstveni ukrepi

na različnih območjih so lahko različni in za posamezne posege lahko predstavljajo različne zahteve, ki niso medsebojno primerljive (Prestor, 2002).

Mnogi avtorji (Novak, 1993 b; Janež, 1995; Doerfliger s sodelavci, 1999; Prestor, 2002; Kovačič, 2003) menijo, da kriterijem za določanje vodovarstvenih območij kraških vodnih virov pogosto ni bila posvečena dovolj pozornosti. Postavljena vodovarstvena območja največkrat temeljijo zgolj na dostopnih geoloških podatkih, redko pa so bile v te namene opravljene raziskave načina napajanja kraških vodnih virov ter izvedeni sledilni poizkusi v zaledju vodnih virov. Neučinkovitost in nezadostnost zaščite kraških vodnih virov izhaja predvsem iz nepoznavanja specifičnih hidrogeoloških in drugih značilnosti heterogenih kraških vodonosnikov. Določanje obsega posameznih varstvenih pasov kraških vodnih virov največkrat ne upošteva občutljivosti krasa na onesnaženje (vloga zaščitnih slojev, razvitost kraške mreže, spreminjanje zaledja v različnih hidroloških situacijah ipd.).

Varovanje vodnih virov je neučinkovito tudi, ker je pogosto omejeno le na administrativna območja občin. Tako so bila za vodni vir Globočec (slika št. 3), ki oskrbuje prebivalce Suhe krajine in doline Krke, izdelana in z odlokom sprejeta območja varstvenih pasov vira pitne vode in strokovne podlage za zavarovanje zajetja (Uradni vestnik, 1997) samo na območju občine Ivančna Gorica, čeprav zaledje izvira sega tudi na območja sosednjih občin Dobropolje, Velike Lašče in Ribnica. V konkretnem primeru je bil razlog to, da je izdelavo študije naročila le Ivančna Gorica, medtem ko druge občine niso sodelovale (Ravbar, 2005).

Slika št. 3: Zajetja izvira Globočec



Foto: N. Ravbar

V primeru izvira Rižane, ki je zajet za vodooskrbo Slovenskega Primorja, je bila z Odlokom o določitvi varstvenih pasov zavarovana le tretjina

zaledja. V večjem delu zaledja, ki leži na območju sosednjih občin in R Hrvaške, veljavnost varstvenih pasov in režimov zaradi navzkrižnih interesov uporabnikov ni bila sprejeta (Kovačič, 2003). Iz podobnih razlogov še vedno niso sprejeti odloki o zaščiti vodovarstvenega območja celotne Trnovsko-Banjske planote. Tako brez osnovne zaščite ostaja Hubelj, iz katerega se s pitno vodo oskrbuje več kot devet tisoč prebivalcev iz 28 naselij.

Da bi zaščitili zaloge pitne vode pred prekomernim črpanjem in da bi preprečili njihovo onesnaževanje, so bili leta 2002 sprejeti novi predpisi. Z novim Zakonom o vodah (Ur. l. RS, 67/02), po katerem voda velja za naravno javno dobro, je za določanje varstvenih pasov s pripadajočimi režimi in za nadzor nad izvajanjem ukrepov za zavarovanje vodnih virov odgovorna država oziroma pristojne inštitucije. V novi zakonodaji so našla prostor tudi spoznanja o nujnosti zaščite kakovosti podzemskih voda. Za varovanje kakovosti podtalnice je bila sprejeta Uredba o kakovosti podzemne vode (Ur. l. RS, 11/02), ki temelji na znanju in spoznanjih o značilnostih medzrnskih in razpoklinskih vodonosnikov. Glede na določbe Zakona o vodah (Ur. l. 67/02), ki temelji na načelih Okvirne vodne direktive Evropske unije, je bil pripravljen Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenih območij (Ur. l. 64/04).

Temelji teh predpisov pa še vedno niso zadovoljivo prilagojeni pretakanju voda v kraškem okolju. Ker so kraški vodonosniki v Sloveniji velikega pomena, je pri zaščiti kraške podtalnice nujno upoštevati kompleksnost tega tridimenzionalnega naravnega sistema. Če hočemo, da je varovanje kakovosti kraške vode uspešno, je določanje varovalnih območij in režimov treba prilagoditi posebnostim kraških vodonosnikov.

V prihodnje bodo predlogi o varovanju kraških vodnih virov morali temeljiti na ustreznih strokovnih podlagah, ki upoštevajo značilnosti delovanja kraških vodonosnih sistemov ter načine napajanja, pretakanja, uskladiščenja in praznjenja posameznih kraških vodonosnikov.

Izdelovanje vodovarstvenih pasov v zaledju zajetih kraških izvirov in vrtin ter pripadajočih režimov varovanja bi moralo temeljiti na oceni občutljivosti kraških vodonosnikov. Načrtovanje rabe tal na kraških območjih pa bi moralo sloneti na oceni ranljivosti kraških vodonosnikov, saj ranljivost poleg informacij o samočistilni sposobnosti (občutljivosti) kraških voda vsebuje tudi podatke o že doseženi stopnji onesnaženja. Tak koncept varovanja količinsko bogatih zalog razmeroma visoko kakovostne pitne vode iz kraških

vodonosnikov, se zdi smiselno, saj preprečuje postavitev potencialnih občasnih in stalnih onesnaževalcev kraške podtalnice na območja, kjer obremenjevanje že presega naravne samočistilne sposobnosti in se kaže z onesnaženjem (Kovačič, Ravbar, 2003).

Dosedanje izkušnje s področja ocenjevanja in kartiranja ranljivosti kraških vodonosnikov: Zamisel o izdelovanju ocen in kart ranljivosti okolja je razmeroma mlada. Po literaturi so bile prve ocene ranljivosti predstavljene, raziskave pa aplikativno izvedene vsedemdesetih letih 20. stoletja. Ranljivost vodonosnika je relativna lastnost brez dimenzij in ni neposredno merljiva (Gogu, Dassargues, 2000), zato je bilo v zadnjih treh desetletjih razvitih več med seboj različnih metodologij kartiranja ranljivosti (kraških) vodonosnikov.

Metode se med seboj razlikujejo glede na uporabnost za izbran tip vodonosnika (medzrnski, razpoklinski, kraški). Nekatere metode so primerne izključno za ocenjevanje občutljivosti kraških vodonosnikov (npr. *EPIK*), nekatere so primerne za uporabo na različnih tipih vodonosnikov in ne vsebujejo metodoloških orodij za ocenjevanje občutljivosti v krasu (npr. *PI*), druge pa so primerne izključno za ocenjevanje občutljivosti nekraških vodonosnikov (npr. *DRASTIC*). Metode se razlikujejo glede na merilo (lokalne, regionalne, nacionalne karte), namen uporabe (za načrtovanje rabe prostora, določanje vodovarstvenih območij) in glede na cilje uporabe (varovanje podzemne vode ali vodnih virov) (Goldscheider, 2002). Glede na namen, vzroke in cilje uporabe, se karte razlikujejo po ocenjevanju občutljivosti, obremenjenosti in ranljivosti podzemne vode ali vodnih virov.

Ločimo pet tipov metod: sestavljene hidrogeološke metode, parametrične metode, matematični, analogni in numerični modeli ter statistične metode. Pregled znanstvene literature kaže na določene razlike med njimi in na pomanjkljivosti posameznih metod, predvsem pa na potrebe po prilagoditvi uporabljenih metod lokalnim razmeram.

Najbolj pogosto uporabljene metode so *EPIK* (Doerfliger, Zwahlen, 1998), *SINTACS* (Civita, De Maio, 1997), *PI* (Goldscheider s sodelavci, 2000), *VULK* (Jeannin s sodelavci, 2001), *Euporean Approach* (Zwahlen, 2004) in druge.

Najbolj pogost metodološki pristop so parametrične metode. Temeljijo na izbiri ustreznih parametrov, za katere se predpostavlja, da reprezentativno vplivajo na oceno občutljivosti,

obremenjenosti in ranljivosti podzemne vode ali vodnih virov. Karte s prostorsko mrežo podatkov (rastrski, vektorski prikaz) o geoloških, pedoloških, vegetacijskih, hidrografskih značilnostih območja, o cestni mreži, urbanih površinah in podobne so združene in tako predstavljajo rezultat – različne stopnje občutljivosti / ranljivosti krasa na onesnaženje, simbolično prikazane z različnimi barvami.

Posamezne metode za določanje ranljivosti vodonosnikov in vodnih virov upoštevajo zelo različne parametre. Največkrat je glavni vzrok pri izbiri števila in vrste parametrov namen določanja ranljivosti v posameznih primerih. Večina metod določanja občutljivosti vodonosnikov izhaja iz vrednotenja osnovnih dejavnikov pronicanja vode v podzemlje. Med najpomembnejše parametre se uvrščajo tudi globina do zasičene cone, zaščitna plast vodonosnika, hidravlična prepustnost, litološke, strukturnogeološke, morfološke in hidrogeološke lastnosti. Poleg teh so pomembni tudi parameter napajanja, reliefne značilnosti, količina in intenzivnost padavin ter drugi.

Obremenjenost vodonosnikov je navadno določena s hitrostjo potovanja onesnaževal, s časom zadrževanja v vodonosniku, z možnostjo redčenja v sistemu in z lastnostmi onesnaževal (Goldscheider, 2002; Zwahlen, 2004).

Z izjemo nekaterih raziskav (Janža, Prestor, 2002; Petrič, 2002; Petrič, Šebela, 2004) v Sloveniji kompleksnih analiz ranljivosti (kraških) vodonosnikov ne poznamo, v tujini pa je že razvitih nekaj metod, ki se pri aplikacijah skušajo prilagajati hidrogeološkim posebnostim posameznih ocenjevanih območij. Številne dosedanje raziskave s področja ranljivosti kraških vodonosnikov v Sloveniji so obravnavale le posamezne probleme (npr. pretakanje kraških voda, vplivi izbranih človekovih aktivnosti na onesnaževanje ipd.), vendar pa celovita ocena ranljivosti kraških voda, ki je osnova za ustrezno varovanje, v slovenskem prostoru še ni bila opravljena.

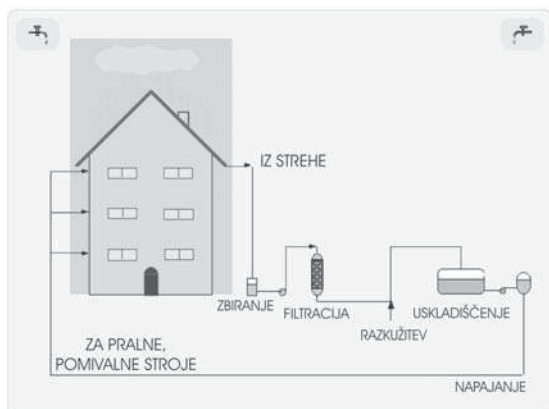
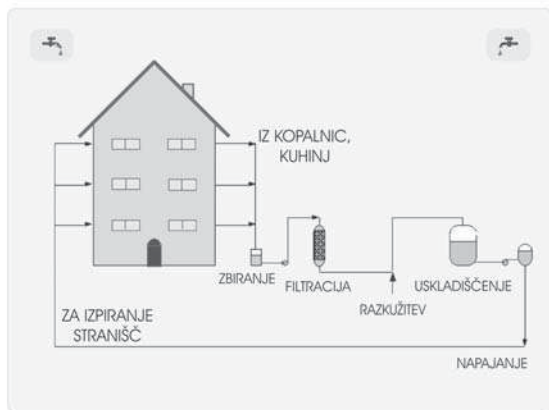
Poskus kartiranja občutljivosti kraškega vodonosnika je bil opravljen v zaledju izvira Rižane s pomočjo metode *SINTACS*, kjer je bilo določenih šest različnih območij občutljivosti (Janža, Prestor, 2002). Območja občutljivosti, obremenjenosti in ranljivosti ter strokovne podlage za varovanje lokalnih kraških vodnih virov so bila na območju občine Postojna določena s pomočjo metode *EPIK* (Petrič, 2002; Petrič, Šebela, 2004).

4. Poraba, navade in odnos posameznikov do pitne vode

Spodbude za zmanjšanje porabe: Številni strokovnjaki so prepričani, da bo pitna voda v bližnji prihodnosti postala eden izmed najpomembnejših strateških virov, zato ni ogrožena le njena kakovost, temveč tudi razpoložljive količine vode. Vodo sicer uvrščamo med obnovljive vire, vendar se v primeru pretirane porabe njene razpoložljive zaloge ne morejo več sproti obnavljati. Industrijske države zato vse več pozornosti in denarja namenjajo sonaravnemu ravnanju s pitno vodo. V okviru lokalnih in državnih uprav ali mednarodnih organizacij po vsem svetu je že bilo izpeljanih veliko sistematičnih in široko zasnovanih akcij za reševanje naraščajočih težav v zvezi s pitno vodo (zaščita vodnih virov, izobraževalni programi in spodbujanje zmanjšanja porabe vode ipd.). Izbrani in opisani so le nekateri izmed takih projektov.

Projekt AQUASAVE v Bologni, ki ga je delno financirala Evropska unija v okviru programa Framework Life - Environment Programme, je

Slika št. 4: Shematski prikaz sistemov za ponovno uporabo sive vode (zgornji primer) in kapnice (spodnji primer) v gospodinjstvih



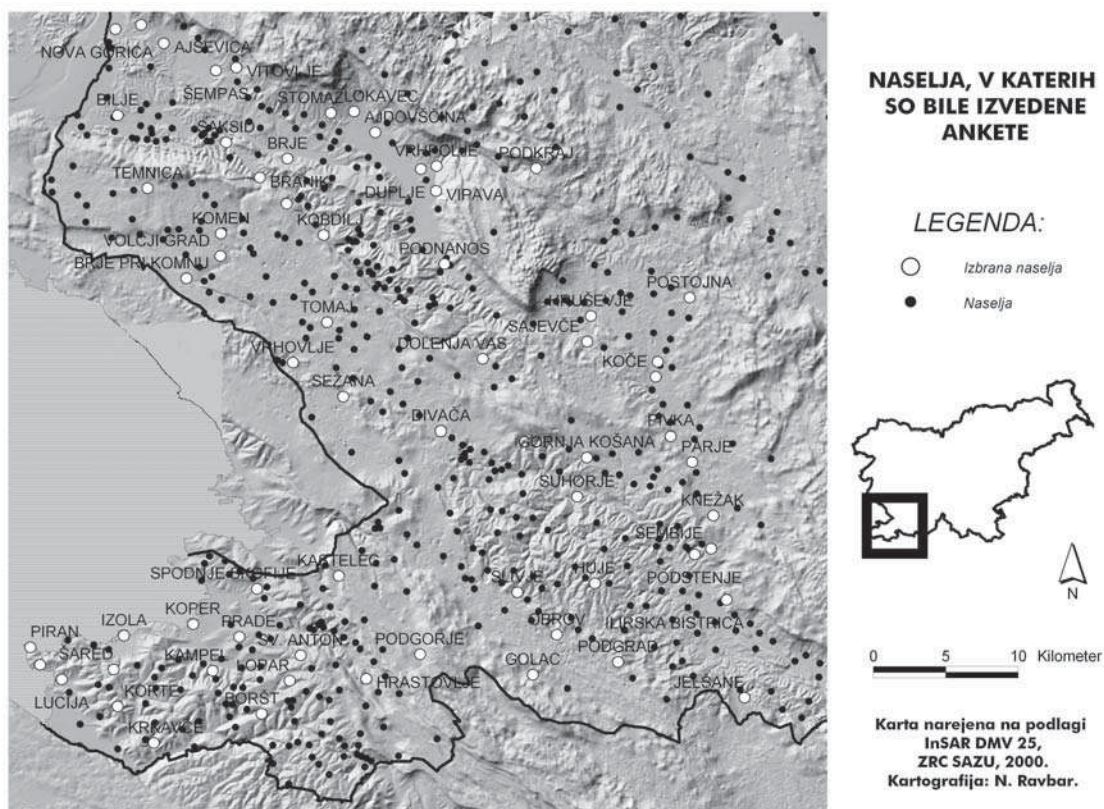
Vir: The AQUASAVE project, 2005.

leta 2001 izvedel poizkus zmanjšanja porabe vode v gospodinjstvih. V osmih stanovanjskih blokih so bili nameščeni čistilci vode, sistemi za ponovno uporabo vode in štirne za kapnico. Izkazalo se je, da so porabniki na ta način privarčevali 50 odstotkov vode (The AQUASAVE project, 2005).

S projektoma Water Vital Save in Bagnacavallo želijo lokalne oblasti v italijanski Ravenni osvestiti in opozoriti prebivalce na probleme odpadnih voda in s tem vplivati na zmanjšanje porabe vode v gospodinjstvih (Emilia Romagna region, 2005). V francoskem mestu Rennes so vladne okoljske in občinske organizacije na podlagi zakonskih določil organizirale različne akcije, kot so izobraževalni programi, prodaja naprav za varčno porabo vode po znižanih cenah. Akcije je v letih 2000-2005 finančno podprla vlada, z namenom promovirati varčevanje z vodo in uporabo deževnice (Récupérateurs d'eau de pluie, 2005). V okviru projekta Fifty-fifty - die Idee, ki poteka že od leta 1994, je okoljska agencija v Hamburgu mestnim šolam ponudila, da bi z varčno porabo vode, elektrike in ogrevanja polovica privarčevanega zneska pripadala šolam. Sprva se je na razpis odzvalo 24 šol, do leta 2003 pa se je njihovo število povzpelo na 473. V šolskem letu 2003-04 je bilo na ta način privarčevanih 25.000 evrov (Fifty-fifty - die Idee Projekt in Hamburg, 2005). S podobnimi projekti nameščanja naprav za varčno porabo, zbiranja kapnice in ponovno uporabo vode ter z izobraževalnimi programi želijo vladne in nevladne organizacije spodbuditi varčevanje z vodo marsikje po svetu, na primer v Berlinu (Rainwater harvesting in Germany, 2005), New Yorku (City introduces innovative new Comprehensive water re-use program, 2005), Avstraliji (The WELS water rating label, 2005), v japonskem mestu Sumida (Installation of rainwater utilization facilities, 2005) in drugod.

Tudi Slovenija je bila v letih 2001 do 2004 vključena v projekt Evropske unije AQUADAPT (The AQUADAPT project, 2004), katerega namen je bil raziskati in razviti znanje za strateško načrtovanje in upravljanje z vodnimi viri v prihodnosti. Da bi lahko sklepali o dejavnikih, ki vplivajo na ravnanje posameznikov z vodnimi viri, so bile raziskane značilnosti porabnikovih navad (varčnost pri porabi), njihov odnos do pitne vode (ekološka zavest) ter odzivanje na spremembe z vidika kakovosti vode, kakovosti oskrbe, tehnološke spremembe in spremembe cene pitne vode. Opravljena je bila obsežna analiza porabnikov pitne vode na območju jugozahodne Slovenije, kjer je delež pitne vode, pridobljen iz kraških vodnih virov, zelo velik (več kot 95-odstoten). S pomočjo neposrednega anketiranja v naključno izbranih gospodinjstvih je bilo v letu 2003 opravljenih 421 anket.

Slika 5: Izbrana naselja, v katerih so bile izvedene ankete.



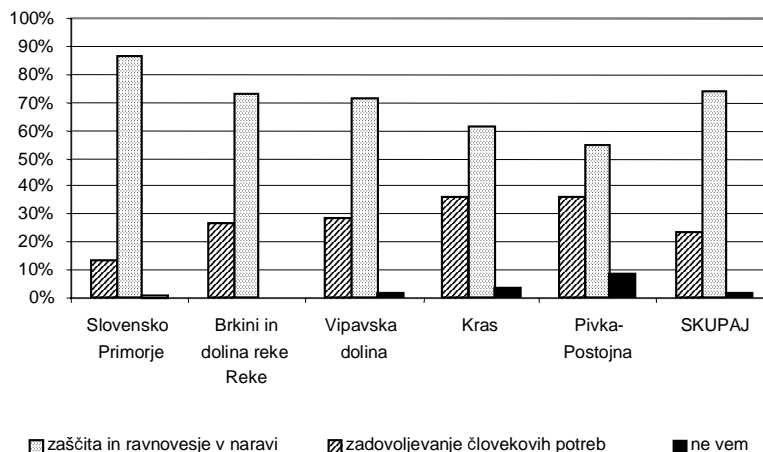
Odnos posameznikov do okolja in do virov pitne vode: Med slovenskim prebivalstvom prevladuje prepričanje, da je območje naše države bogato z vodami, ne glede na njeno časovno in prostorsko razporeditev. Hkrati sta ohranjena narava in bogastvo ekosistemov samoumevna. Reševanje naravovarstvenih vprašanj se anketiranim v primerjavi z nekaterimi drugimi družbenimi problemi v državi ne zdi skrb vzbujajoče. Nasprotno, v ospredje postavljajo predvsem težave v zvezi z zaposlovanjem, kriminalom ter zdravstvenim in socialnim varstvom. Varstvo okolja, skupaj s problemi izobraževanja, postavljajo prav na zadnje mesto (Veljanovski, Ravbar, 2005).

Številni kraški izviri, ki so v večini zajeti za vodooskrbo, na prvi pogled res predstavljajo neizčrpen vir kakovostne pitne vode. Ti pa lahko zaradi premajhne skrbi za ohranjanje naravnega in ekološkega ravnotežja ter malomarnega upravljanja kmalu postanejo neuporabni. Poglavitna vzroka za brezbržno pojmovanje naravnih vrednot sta vsekakor še vedno dokaj ohranjena in čista narava ter posameznikovo slabo razumevanje obsežnosti in prepletenosti človekovih vplivov na naravo. Povečana skrb za okolje in njegovih sestavin je v zadnjih desetletjih prisotna pri višje izobraženem prebivalstvu in v urbaniziranih okoljih. Tudi zavest, kaj pomeni čisto okolje, je bolj prisotna med ljudmi z višjo izobrazbo.

V tehnično in tehnološko bogatem življenju vrednotenje naravnih bogastev s številnimi bolj ali manj ekološko prijaznimi posegi v krhko naravno ravnovesje ne dosega večje pozornosti. Le v primeru medijsko odmevnih sporov med različnimi uporabniki prostora in zagovorniki naravovarstva ali v primeru večjih ekoloških katastrof tovrstna vprašanja zbujejo nelagodne občutke ter negotovanje nad povzročitelji in slabo organiziranimi nadzornimi službami.

Da se večina Slovencev ne zaveda bogastva vodnih virov, ki ga še imamo, so potrdili tudi odgovori na vprašanja o težavah v zvezi z vodo v primerjavi z drugimi problemi onesnaževanja Zemlje. Večina vprašanih meni, da so glede okoljevarstva v svetovnem merilu najbolj skrb vzbujajoči onesnaženje ozračja, klimatske spremembe in neprimerno odlaganje radioaktivnih odpadkov. Težave, povezane z vodo (onesnaževanje, pomanjkanje, poplave), kakor tudi krčenje gozdov uvrščajo na predzadnje mesto (Veljanovski, Ravbar, 2005), čeprav je raziskava potekala v času izjemno vročega in suhega poletja in sta bili suša ter pomanjkanje vode zelo aktualni temi.

Kjer je bila oskrba z vodo že v preteklosti zares težavna, se pomena vodnih virov bolj zavedajo. To dokazuje primerjava mnenja o pomenu čiste vode, ki smo jo izvedli med različnimi slovenskimi

Slika 6: Odnos do vode

Opombe: Anketiranci so se lahko opredelili med dvema stališčema:

- glavna vloga vode je, da služi zadovoljevanju človekovih potreb in
- glavna vloga vode je vzdrževanje, zaščita in podpora življenja v naravi.

Diagram prikazuje razmerja po obravnavanih regijah

Vir: Veljanovski, Ravbar, 2005

regijami. Pokazalo se je, da kar tretjina anketirancev na Pivškem (pivška in postojnska občina) meni, da je voda zgolj surovina za zadovoljevanje človekovih potreb. Stopnja okoljevarstvene osveščenosti je višja v Slovenskem Primorju (Veljanovski, Ravbar, 2005), kjer je zadostna količina pitne vode predvsem v poletnem času aktualen problem. Tam 80 odstotkov vprašanih meni, da je poglavitna funkcija vode vzdrževanje življenja v naravi.

Razlike v pojmovanju vode kot nepogrešljive dobrine so tudi med mestnim in podeželskim prebivalstvom, torej glede na način življenja. Razumevanje pomena vode smo primerjali v urbanih (naselja z več kot 2000 prebivalci) in preostalih naseljih. Rezultati so pokazali, da v primerjavi z urbanim prebivalstvom dvakrat več podeželskega meni, da je glavna vloga vode zadovoljevati človekove potrebe (preglednica št. 2).

O kakovosti vode, ki priteče v gospodinjstva anketirancev, imajo vprašani dobro mnenje. Večina, 80 odstotkov vprašanih, zaupa dnevni oskrbi s pitno

vodo in vodo iz pipe tudi pije. Le devet odstotkov vprašanih meni, da je pitna voda slabe kakovosti. Navajajo predvsem razloge, da je voda trda, da ima slab okus in neprijeten vonj ter da je obarvana; precej manj pa so zaskrbljeni nad dejstvom, da bi lahko bila pitna voda onesnažena z nitrati, pesticidi, težkimi kovinami ali fekalijami. S kakovostjo pitne vode so najbolj zadovoljni v Vipavski dolini in Brkinih, najmanj pa na Krasu (Veljanovski, Ravbar, 2005).

Devet od desetih se boji, da bo v prihodnosti na kakovost zalog pitne vode v njihovi regiji najbolj negativno vplivalo globalno onesnaženje in z njim povezane klimatske spremembe ter lokalno onesnaženje (neurejena odlagališča odpadkov, neustrezno ravnanje z odpadnimi vodami, ipd.). Bistveno manjšo nevarnost vodnim zalogam pa pripisujejo intenzivnejši industriji, prometu ali kmetijstvu (Veljanovski, Ravbar, 2005). Ocenjujemo, da je to prepričanje predvsem posledica vpliva medijev in ne odraža zadostnega razumevanja posameznikov o negativnih posledicah človekovega brezbržnega ravnanja z vodnimi viri.

Preglednica št. 2: Odnos do vode. Primerjava med urbanim (naselja z več kot 2000 prebivalci) in podeželskim prebivalstvom

	SKUPAJ	URBANO PREB.	PODEŽELSKO PREB.
voda služi zadovoljevanju človekovih potreb	24 %	17 %	31 %
vloga vode je vzdrževanje - zaščita in podpora življenju v naravi	74 %	81 %	67 %
ne vem	2 %	2 %	2 %

Vir: Veljanovski, Ravbar, 2005

V primerjavi z izbranimi državami EU kvaliteta pitne vode zaupa več kot osemdeset odstotkov anketiranih Britancev in šestdeset odstotkov Francozov, v Španiji pa le 36 odstotkov vprašanih. Slednji menijo, da so o kvaliteti pitne vode zelo slabo obveščeni. Vodo iz pipe pije sedemdeset odstotkov vprašanih v Veliki Britaniji, 57 odstotkov vprašanih v Franciji in samo 23 odstotkov vprašanih v Španiji (The AQUADAPT project, 2003).

Poraba in varčnost pri porabi pitne vode: Z vodo kot največjim naravnim bogastvom, brez katerega ni življenja, ravnamo skrajno malomarno in negospodarno. Povprečen Slovenec porabi od 130 do 150 litrov vode dnevno. Med evropskimi državami ima največjo porabo vode Španija z 265 litri na osebo na dan. Tej sledijo Norveška (224), Nizozemska (218) in Francija (164). Najmanjšo porabo pitne vode imajo Belgija (115), Estonija (100) in Litva (85) (The AQUADAPT project, 2003; Kazalci okolja 2003, 2004).

V Sloveniji največje količine pitne vode porabimo za splakovanje gospodinjskih in stranišnih odpadkov. Ocenili smo, da za to posameznik porabi 1,4 m³ vode mesečno. Za tem največ vode porabimo za umivanje in kopanje. Gospodinjstvo, ki povprečno šteje 3,4 člane, za te namene porabi 2,6 m³ vode mesečno (Veljanovski, Ravbar, 2005). Za pranje gospodinjstvo porabi 2,2 m³ vode mesečno. Del te količine gospodinjstva porabijo z uporabo pralnega stroja. Ima ga skoraj vsako gospodinjstvo (98 odstotkov) in ga povprečno uporablja štirikrat tedensko. Pomivalni stroj uporabljamo še pogosteje, a ga ima le polovica v anketi zajetih gospodinjstev (56 odstotkov). Pitno vodo uporabljamo tudi za čiščenje avtomobilov, zalivanje vrtov, v mestih pa za pranje ulic in drugih mestnih površin. Oceno pogostosti opravljanja izbranih aktivnosti, vezanih na porabo vode v gospodinjstvih, nam prikazuje preglednica št. 3.

Smotrna in namenska uporaba vode v gospodinjstvih temelji na varčnem obnašanju posameznikov, na nameščanju naprav za varčno porabo vode v gospodinjstvih, na zbiranju in uporabi kapnice za

spiranje stranišč, pranje, namakanje, hlajenje in gretje. Druga možnost za znaten prihranek vode je lahko dvojna vodna napeljava: za sivo in za pitno vodo.

Rezultati vprašanj o varčnosti porabe vode (slika št. 7) so pokazali, da devet od desetih vprašanih vedno zapira pipo, da voda ne teče po nepotrebem. Ravno toliko se jih vedno tušira namesto kopa. Polovica vprašanih vedno izbira varčni program pralnega stroja, vendar le tretjina izbira varčni program pomivalnega stroja. Izmenični način izpiranja straniščne školjke uporablja 35 odstotkov vprašanih in ravno toliko gospodinjstev ima nameščen obtežen plovec v straniščnem kotličku. Štirideset odstotkov lastnikov vrta vodo iz pipe uporablja tudi za zalivanje (Veljanovski, Ravbar, 2005).

Človek je vodi zadal najhujši udarec s stranišči na izplakovanje, saj največje količine vode porabimo ravno za izplakovanje stranišnih in gospodinjskih odpadkov. Posameznik porabi povprečno 50 litrov vode za izplakovanje stranišč na dan. Tako že precej časa brez kakršnih koli zadržkov in nepremišljeno porabljamo dragoceno pitno vodo.

Tehnologija omogoča, da v gospodinjstvih za izplakovanje stranišnih školjk uporabljamo prefiltrirano vodo iz kadi in umivalnikov (t.i. sivo vodo). Kar 71 odstotkov vprašanih bi sprejelo uporabo vode slabše kakovosti za izplakovanje v straniščih, četudi se strošek za vodo v njihovem gospodinjstvu ne bi znižal. Od uporabe sive vode bi jih odvrnili večjemu stroški namestitve in vzdrževanja ter nadležnost nameščanja takega sistema. Največ tistih, ki so bili pripravljani uvajati tehnološke spremembe, je prihajalo iz Vipavske doline, Slovenskega Primorja in s Krasa.

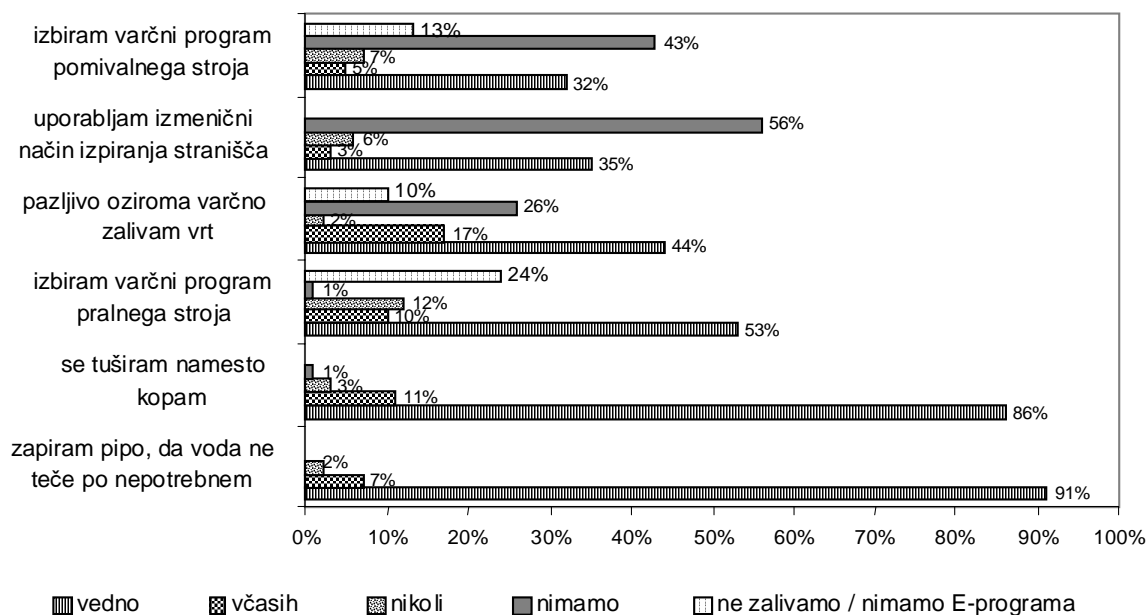
Če bi imeli v hiši eno napeljavo za pitno vodo in drugo za deževnico, bi štiričlanska družina na dan prihranila 200 litrov pitne vode, kar v enem letu nanese 73 m³ vode (Veljanovski, Ravbar, 2005). Na tak način bi podeželsko prebivalstvo na anketiranem območju, ki ima zaradi prevladujoče

Preglednica št. 3: Ocena pogostosti opravljanja izbranih aktivnosti, vezanih na porabo vode v gospodinjstvih

AKTIVNOST	ČASOVNO OBDOBJE	POVPREČNO ŠTEVILO OPRAVIL
Pranje avtomobila doma	mesec	1
Uporaba pralnega stroja	teden	4
Uporaba pomivalnega stroja	teden	5
Ročno pomivanje posode	teden	3
Tuširanje	teden	20
Kopanje	teden	4

Vir: Veljanovski, Ravbar, 2005

Slika 7: Shema varčnosti ravnanja z vodo. Kaj posameznik stori, da bi varčeval s porabo pitne vode in kako pogosto



Vir: Veljanovski, Ravbar, 2005

gradnje individualnih hiš več možnosti zbiranja in uporabe kapnice, privarčevalo 2500 m³ pitne vode na dan, oziroma nekaj manj kot 1.000.000 m³ pitne vode na leto. To pa je toliko, kolikor letno porabijo vsa gospodinjstva v pivški in postojnski občini. Rezultati anketiranja so pokazali, da je sedanja cena pitne vode v primerjavi z drugimi življenjskimi stroški prenizka, da bi posamezniki z manjšo porabo vode občutno privarčevali, kar porabnike odvrta od varčevanja.

Cene pitne vode so v Sloveniji in po svetu sicer zelo različne, večinoma celo neprimerljive. V primerjavo namreč nista vključeni kakovost vode in zanesljivost sistemov za preskrbo. Na slovenski Obali je voda enkrat dražja od vode v Ljubljani. Visoka cena voda je predvsem posledica iskanja primerne vira vode v sušnem obdobju in čiščenje vode (Ravbar, 2003).

Čiščenje tudi drugod po svetu vodo zelo podraži. Čistiti jo morajo v Nemčiji, velikem delu Francije in v vsej Nizozemski. Povprečna cena kubičnega metra pitne vode v Ljubljani, brez davka in prispevkov, stane 0,7 evra, v Nemčiji in na Danskem pa 1,8 evra. V Veliki Britaniji cena vode znaša 1,24 evra in v Franciji 1,15 evra (The AQUADAPT project, 2003).

Tudi analize anket kažejo, da cena ne vpliva odločilno na ravnanje s pitno vodo v posameznih gospodinjstvih. Anketirani zelo dobro vedo, koliko vode mesečno porabijo in koliko zanjo plačujejo. Povprečna mesečna poraba vode v gospodinjstvih

znaša 12 m³, za kar v povprečju odštejejo 5800 tolarjev. Kar 60 odstotkov vprašanih meni, da je poraba vode v njihovem gospodinjstvu sprejemljiva. Četrtnina jih je zaskrbljenih, da porabijo zelo veliko vode, ostali pa menijo, da je poraba v njihovem gospodinjstvu majhna (Veljanovski, Ravbar, 2005).

Zanimivi so odgovori, kako bi se vprašani odzvali na hipotetično pobudo za zmanjšanje porabe vode v gospodinjstvih. Če bi vodooskrbna podjetja uvedla dvojni cenovni režim za vodo, kakor je to v praksi uveljavljeno že pri električni energiji, bi večje porabnike vode (gospodinske stroje) v poceni terminih vključevala polovica vprašanih. Vsakemu petemu gospodinjstvu bi okoliščine vsakdana tega ne dopuščale, dobra četrtnina gospodinjstev pa zaradi dvojnega cenovnega režima svojih navad ne bi spreminjala. Največ tistih, ki so bili pripravljeni varčevati s pitno vodo, je prihajalo s Krasa. Tudi če bi kazalo, da se bo strošek za vodo dvignil za četrtnino, kar 66 odstotkov vprašanih zaradi tega ne bi spreminjalo svojih navad (Veljanovski, Ravbar, 2005).

4. Priporočila za nadaljnje ravnanje s kraškimi vodnimi viri in s pitno vodo

Številni kraški izviri, predvsem v zahodnem in južnem delu države, predstavljajo pomembne vire pitne vode za tamkajšnje prebivalce. Kraške vode pokrivajo skoraj polovico državnih potreb po pitni

vodi, ob suši pa kar dve tretjini. Kakovost vode je relativno visoka, vendar je trenutna stopnja zaščite kraških vodnih virov in njihovih prispevnih območij nezadovoljiva. Vzroki so predvsem pomanjkanje znanja o trajnostnem ravnanju z vodnimi viri in zmešnjava v zakonodaji na področju varovanja vodnih virov.

Zaenkrat še kakovostno pitno vodo pa bo v prihodnje vse težje zagotavljati, če vodni viri ne bodo ustrezno zavarovani in če dovoljena raba prostora ne bo natančno opredeljena. Zaradi različnih pristopov k določanju varstvenih območij v preteklosti način zaščite posameznih vodnih virov ni neposredno primerljiv (Kovačič, 2003). Nedavno sprejeta zakonodaja pa še vedno ne upošteva posebnosti pretakanja voda v krasu in zato nima zadovoljive uporabne vrednosti za varovanje kraških vodnih virov.

Če želimo zmanjšati škodljive posege v okolje in učinke onesnaževanja v zaledju vodnih zajetij, je priporočljivo, da kraške vodne vire zaščitimo z vodovarstvenimi območji, predpisanimi na osnovi enotnih kriterijev. Za učinkovito varovanje je uzakonjene varstvene ukrepe treba tudi dosledno upoštevati ter kršitelje kaznovati.

V prihodnje bodo predlogi o varovanju kraških vodnih virov morali temeljiti na ustreznih strokovnih podlagah, ki upoštevajo značilnosti delovanja kraških vodonosnih sistemov, to je način napajanja, pretakanja, uskladiščenja in praznjenja vodonosnika. Izdelovanje vodovarstvenih pasov v zaledju zajetih kraških izvirov in vrtin ter pripadajočih režimov varovanja bi moralo temeljiti na oceni občutljivosti kraških vodonosnikov. Načrtovanje rabe tal na kraških območjih pa bi moralo sloneti na oceni ranljivosti kraških vodonosnikov. V nekaterih evropskih državah je že uveljavljenih nekaj metod za ocenjevanje in kartiranje občutljivosti, obremenjenosti in ranljivosti kraških vodnih virov.

Da bi dobili čim več kakovostnih informacij, ali so v Evropi uveljavljene metode uporabne na posameznih primerih slovenskega krasa ter ali je izbor parametrov in njihovo obteževanje zadovoljivo, je treba preizkusiti več različnih metod na enem zaledju. Naslednji korak je preizkus najbolj uporabnih metod v več zaledjih, njihovo točnost pa moramo preizkusiti s sledilnimi poizkusi in drugimi hidrogeološkimi metodami ter jih po potrebi prilagoditi lokalnim razmeram. Pri tem je potrebno upoštevati posebne značilnosti krasa v Sloveniji (zelo tanka in pogosto odsotna zaščitna plast, zapletene hidrogeološke razmere, pomanjkanje podrobne in zanesljive podatkovne baze ipd).

Ogrožena pa ni le kakovost voda, ampak tudi razpoložljive količine. Da bi ohranili zadostne količine vodnih zalog za prihodnje generacije, je nujna smotrna in namenska uporaba obstoječih zalog vode. Odkar je razširjena javna oskrba s pitno vodo, njena poraba hitro narašča. Porabnikom se zdi samoumevno, da iz vodovodne pipe priteče v naše domove voda čista in neoporečna. Raziskava oskrbe s pitno vodo je pokazala, da gospodinjstva v Sloveniji niso zanemarljiv porabnik vode, čeprav so količine v primerjavi z industrijsko ali kmetijsko porabo relativno majhne. Največje količine pitne vode v gospodinjstvih porabimo za splakovanje gospodinjstev in straniščnih odpadkov, za pranje, čiščenje avtomobilov in zalivanje vrtov.

Prebivalci jugozahodne Slovenije so sicer pripravljeni spremeniti svoje navade in se do pitne vode obnašati bolj gospodarno, vendar je sedanja cena pitne vode v primerjavi z drugimi življenjskimi stroški prenizka, da bi z manjšo porabo vode občutno privarčevali. Ugotovili smo, da posamezniki izražajo veliko voljo, da bi na nek način koristili okolju, kar bi lahko pozitivno vplivalo na doseganje sodobnih rešitev upravljanja z vodnimi viri. Dve tretjini vprašanih je pripravljenih za oskrbo s pitno vodo plačati celo več, če bi se s tem zagotovila zaščita voda v naravi.

Pri snovanju vodne oskrbe kaže v prihodnosti vključiti številne lokalne vodne vire v povezavi s tradicionalno obliko vodne oskrbe (Ravbar, 2004). Ponovna uporaba v prejšnjem stoletju zanemarjenih vodnih virov bi pri prebivalcih povečala skrb za varovanje okolja, v katerem živijo. Hkrati bi usposobitev in posodobitev lokalnih vodovodov, vodnjakov in kapnic lahko prispevala h kakovostnejši in zadostni oskrbi manjših lokalnih skupnosti. Druge možnosti za znaten prihranek vode so nameščanje naprav za varčno porabo vode v gospodinjstvih, zbiranje in uporaba kapnice, dvojna vodna napeljava, ena za pitno vodo in druga za deževnico.

Slovenija je sicer bogata z vodnimi viri, kljub temu pa lahko cene vode zrastejo do cen nafte, če bo prišlo do tekmovanja interesov kapitala in javnosti. Suše zadnjih let in onesnaženost posameznih obstoječih in potencialnih vodnih virov so opozorilo, da bi država morala imeti strategijo vodooskrbe, ne le vodovodov, temveč vsega sistema varovanja, zbiranja in porabe razpoložljivih količin vode.

Za čimbolj učinkovito in okolju prijazno izkoriščanje vodnih virov so se pokazale vse večje potrebe po raziskovanju. Poglobljene in temeljne študije različnih strok na kraškem območju so

osnova za varovanje tako občutljive pokrajine in za smiselno načrtovanje življenja v njej, bodisi pri načrtovanju oskrbe s pitno vodo bodisi pri načrtovanju in izvajanju različnih drugih posegov v pokrajino.

Rezultati raziskave lahko predstavljajo droben prispevek k dopolnilnim podlagam pri oblikovanju temeljnih načrtov za učinkovitejše upravljanje z vodnimi viri v prihodnosti. Od upravljavcev prostora in naravnih virov pa je odvisno, kako bodo različna spoznanja raziskovalcev vključili v sodobno ravnanje s pitno vodo.

Literatura:

- Agenda 21. Programme of Action for Sustainable Development. 1993. United Nations Publication. Rio de Janeiro, 294 str.*
- Breznik, M., 1976: Metodologija zaščite podzemne vode ter določitve varstvenih območij in pasov. Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Laboratorij za mehaniko tekočin, Ljubljana. Zavod SRS za družbeno planiranje, 174 str.*
- City introduces innovative new Comprehensive water re-use program. URL: <http://www.nyc.gov/html/dep/html/press/04-16pr.html>, (citirano 23. april, 2005).*
- Civita, M., Maio, M., 1997: SINTACS: Un sistema parametrico per la valutazione e la cartografia della vulnerabilita degli acquiferi all'inquinamento. Metodologia & automatizzazione, Pitagora Editrice. Bologna. 208 str.*
- Doerfliger, N., Jeannin, P. Y., Zwahlen, F., 1999: Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). Environmental Geology, 39, 2, str. 165-176.*
- Doerfliger, N., Zwahlen, F., 1998: Practical Guide, Groundwater Vulnerability Mapping in Karstic Regions (EPIK). Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL). Bern, 56 str.*
- Drew, D., Hötzl, H., 1999: Karst Hydrology and Human Activities. International Contributions to Hydrogeology. International Association of Hydrologists, A. A. Balkema. Rotterdam, 322 str.*
- Emilia Romagna region, Programma regionale. URL: <http://www.regione.emilia-romagna.it/ermes/>, (citirano 5. julij, 2005).*
- Fifty-fifty - die Idee Projekt in Hamburg. URL: <http://www.hamburger-bildungsserver.de/klima/fifty/brosch/>, (citirano 5. julij, 2005).*
- Gams, I., 1974: Kras. Slovenska matica. Ljubljana, 358 str.*
- Gams, I., 2003: Kras v Sloveniji v prostoru in času. Založba ZRC. Ljubljana, 516 str.*
- Gogu, R. C., Dassargues, A., 2000: Current trends and future challenges in groundwater vulnerability assessment using overlay and index methods. Environmental Geology, 39, 6, str. 549-559.*
- Goldscheider N., Klute, M., Sturm, S., Hötzl, H., 2000: The PI method - a GIS-based approach to mapping groundwater vulnerability with special consideration of karst aquifers. Z. angewandte Geologie, 46, 3, str. 157-166.*
- Goldscheider, N., 2002: Hydrogeology and vulnerability of karst systems - examples from the Northern Alps and Swabian Alb. PhD Thesis. University of Karlsruhe, Faculty for Bio- and Geoscience. Karlsruhe, 236 str.*
- Groundwater Directive 2003/0210: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council of the protection of groundwater against pollution. URL: <http://europa.eu.int/comm/environment/water/water-framework/groundwater.html>, (citirano 29. junij, 2005).*
- Habič, P., 1969: Hidrografska rajonizacija krasa v Sloveniji. Krš Jugoslavije, 6, str. 79-91.*
- Habič, P., 1993: Kras and karst in Slovenia. Naše jame, 35, 1, str. 5-13.*
- Installation of rainwater utilization facilities in public, private and community buildings in Sumida City. URL: http://www.chiba-u.ac.jp/e/about/talk/08_murase.html, (citirano 5. julij, 2005).*
- Janež, J., 1986: Metodologija določitve varstvenih območij in pasov ter zaščite podzemne vode v sedimentnih kamninah. Idrija, Rudnik živega srebra Idrija, Raziskovalna enota.*
- Janež, J., 1988: Metodologija določitve varstvenih območij in pasov ter zaščite podzemne vode v sedimentnih kamninah, 2. del. Idrija, Rudnik živega srebra Idrija, Raziskovalna enota.*
- Janež, J., 1989: Metodologija določitve varstvenih območij in pasov ter zaščite podzemne vode v sedimentnih kamninah, 3. del. Idrija, Rudnik živega srebra Idrija, Raziskovalna enota.*
- Janež, J., 1995: The criteria for defining karst groundwater protection areas. Acta Carsologica, 24, str. 279-289.*
- Janža, M., Prestor, J., 2002: Ocena naravne ranljivosti vodonosnika v zaledju izvira Rižane po metodi SINTACS. Geologija, 45, 2, str. 401-406.*
- Jeannin, P. Y., Cornaton, F., Zwahlen, F., Perrochet, P., 2001: VULK: a tool for intrinsic vulnerability assessment and validation. . 7th Conference on Limestone Hydrology and Fissured Media, Besançon. Str. 185-190.*
- Kazalci okolja 2003. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo RS, Agencija za okolje. Ljubljana, 2004. 154 str.*
- Kepa, T., 2001: Karst konservation in Slovenia. Acta Carsologica, 30, 1, str. 143-164.*
- Kovačič, G., 2003: The protection of karst aquifers: the example of the Bistrica karst spring (SW Slovenia). Acta Carsologica, 32, 2, str. 219-234.*
- Kovačič, G., Ravbar, N., 2003: Karst aquifer vulnerability or sensitivity? Acta Carsologica, 32, 2, str. 307-314.*
- Kovačič, G., Ravbar, N., 2005: A review of the potential and actual sources of pollution to groundwater in selected karst areas in Slovenia. Natural Hazards and Earth Systems Science, 5, 2, str. 225-233.*
- Kunaver, J., 1983: Geomorfološki razvoj Kaninskega pogorja s posebnim ozirom na glaciokraške pojave. Geografski zbornik, 22, str. 197-346.*
- Milanović, P. T., 1979: Hidrogeologija karsta i metode istraživanja. Hidroelektrarne na Trebišnjici. Institut za korištenje i zaštitu voda na kršu. Trebinje. 302 str.*

- Novak, D., 1990: Novejša sledenja kraških voda v Sloveniji po letu 1965. *Geologija*, 33, str. 461-478.
- Novak, D., 1993 a: Hydrogeological research of the Slovenian karst. *Naše jame*, 35, 1, str. 15-20.
- Novak, D., 1993 b: Strokovne podlage za zavarovanje vodnih virov. *Geografski vestnik*, 65, str. 127-133.
- Petauer, D., Veselič, M., 1997: Metodologija določevanja zaščitenih območij podzemnih voda. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana. 13 str.
- Petauer, D., Veselič, M., 2000: Pravilnik za določanje vodovarstvenih območij podzemnih vodnih virov, strokovne podlage. GEOKO d.o.o., IRGO. Ljubljana.
- Petrič, M., 2002: Strokovne podlage za varovanje lokalnih vodnih virov na območju občine Postojna. Znanstvenoraziiskovalni center SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa, Postojna. 23 str.
- Petrič, M., Šebela, S., 2004: Vulnerability mapping in the recharge area of the Korentan spring, Slovenia. *Acta Carsologica*, 33, 2, str. 151-168.
- Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenih območij. 2004, Uradni list RS, 64, str. 8111.
- Prestor, J., 2002: Problematika določanja varstvenih pasov in razporeditve ukrepov za zaščito vodnih virov. Zbornik seminarjev Varstvo in kvaliteta pitne vode, Inštitut za sanitarno inženirstvo, str. 69-77.
- Rainwater harvesting in Germany. New concepts for reducing the consumption of drinking water, flood control and improving the quality of surface waters and the urban climate. URL: <http://www.roofmeadow.com/documents/MarcoSchmidtmk4.pdf>, (citirano 5. julij, 2005).
- Ravbar, N. 2003: Drinking water supply from karst water resources (The example of Koprsko primorje, SW Slovenia). *RMZ-mater. geoenvironment* 50, 1, str. 321-324.
- Ravbar, N. 2004: Drinking water supply from karst water resources (The example of the Kras plateau, SW Slovenia). *Acta carsologica* 33, 1, str. 73-84.
- Ravbar, N., 2005: Spill of dangerous substances in the catchment area of the Globočec karst spring, SE Slovenia. *Water resources and environmental problems in karst. Belgrade, Kotor. Str.* 193-200.
- Récupérateurs d'eau de pluie. URL: <http://www.ciele.org/essenciele/essenciele81.htm>, (citirano 5. julij, 2005).
- Rismal, M., 1993: Zaščita podtalnice - strokovno navodilo za izdelavo normativnih aktov za zavarovanje kakovosti podtalnice. Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.
- Špes, M., Cigale, D., Lampič, B., Natek, K., Plut, D., Smrekar, A., 2002: Študija ranljivosti okolja. (Metodologija in aplikacija). *Geographica Slovenica* 35, 1-2. Založba ZRC. Ljubljana. 150 str.
- The AQUADAPT project. "Strategic tools to support adaptive, integrated water resource management under changing utilisation conditions at catchment level: A co-evolutionary approach". URL: <http://www.aquadapt.net>, (citirano 17. december 2003).
- The AQUASAVE project. Water saving system in households. URL: <http://eboals.bologna.enea.it/ambtd/aquasave-doc/aquas-ing.htm>, (citirano 5. julij, 2005).
- The WELS water rating label. URL: <http://www.waterrating.gov.au/about/index.html#dates>, (citirano 5. julij, 2005).
- Uradni vestnik občine Ivančna Gorica. Odlok o varstvu virov pitne vode na območju Občine Ivančna Gorica. Št. 5 (21.7.1997), str. 141-145.
- Uredba o kakovosti podzemne vode. 2002, Uradni list RS, 11, str. 825-831.
- Veljanovski, T., Ravbar, N., 2005: Družbeno-kulturne značilnosti porabe pitne vode in odnosa do nje v gospodinjstvih na območju jugozahodne Slovenije. V: Mihevc, A., Kras - življenje s kamnito pokrajino. Založba ZRC (v tisku).
- Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC: Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. URL: http://www.europa.eu.int/comm/environment/water/water-framework/index_en.html, (citirano 17. februar, 2003).
- Zakon o ohranjanju narave. 1999, Uradni list RS, 56, str. 7146-7175.
- Zakon o varstvu okolja. 1993, Uradni list RS, 32, str. 1750-1769.
- Zakon o vodah. 1974, Uradni list SRS, 16, str. 822-832.
- Zakon o vodah. 1981, Uradni list SRS, 38, str. 2308-2320.
- Zakon o vodah. 2002, Uradni list RS, 67, str. 7648-7680.
- Zwahlen, F., 2004: Vulnerability and Risk Mapping for the Protection of Carbonate (Karstic) Aquifers. Final report COST action 620. European Commission, Directorate-General for Research, Brüssel, Luxemburg. 297 str.

Ključne besede: ranljivost kraških vodnih virov, varstvo kraških vodonosnikov, upravljanje z vodnimi viri, odnos do pitne vode, poraba pitne vode

Key words: karst water sources vulnerability, protection of karst aquifers, water sources management, attitude towards drinking water, drinking water consumption