

pregledni članek
prejeto: 2003-04-11

UDK 556.36(497.4 Kras)

KRAŠKI IZVIRI BISTRICE (JZ SLOVENIJA)

Gregor KOVAČIČ

Fakulteta za humanistične študije Koper, Univerza na Primorskem, SI-6000 Koper, Glagoljaška 8
E-mail: gregor.kovacic@fhs-kp.si

IZVLEČEK

Stalni in občasni kraški izviri v okolici Ilirske Bistrice (JZ Slovenija) z ocenjenim skupnim srednjim letnim pretokom 1.850 m³/s pritekajo na površje na stiku krednih apnencev in eocenskega fliša na zahodnem robu dobro namočene Snežniške planote, ki tektonsko pripada Snežniški narivni grudi. Hidrografsko zaledje izvirov je neposeljena Snežniška planota, kar je za varovanje kakovosti pitne vode v izvirih ugodno. Kljub temu v zaledju najdemo manjše število bolj ali manj resnih potencialnih in dejanskih onesnaževalcev. Mikrobiološka in fizikalno kemijska kakovost vode v izviru Bistrica, ki je tudi zajet za vodooskrbo, je dobra, toda vodovarstveni pasovi niso opredeljeni in varstvenega režima tu ne uresničujejo.

Ključne besede: kraški izvir Bistrica, kraška hidrologija, Snežniška planota, JZ Slovenija

SORGENTI CARSIICHE DI BISTRICA (SLOVENIA SUD-OCCIDENTALE)

SINTESI

Le sorgenti carsiche permanenti ed intermittenti nei pressi di Ilirska Bistrica (Slovenia sud-occidentale), con un flusso totale medio annuo di 1.850 m³/s, sgorgano in superficie al contatto tra calcari gessosi e flysch eocenico, sul ciglione occidentale della ben irrigata pianura di Snežnik che, tettonicamente parlando, appartiene alla zolla naturale di Snežnik. Il retroterra idrografico delle sorgenti è costituito dalla non popolata pianura di Snežnik, il che è un vantaggio per la tutela della qualità dell'acqua potabile proveniente dalle sorgenti. Nonostante ciò nel retroterra troviamo un discreto numero di inquinanti potenziali o effettivi. La qualità microbiologica e fisico-chimica dell'acqua alla sorgente di Bistrica, alla quale si attinge per l'approvvigionamento idrico, è buona, benché le fasce di tutela dei corsi d'acqua non siano state definite e il regime di protezione non sia stato messo in atto.

Parole chiave: sorgente carsica Bistrica, idrologia carsica, pianura di Snežnik, Slovenia sud-occidentale

UVOD

Kraški izvir Bistrica in izviri v njegovi okolici do sedaj niso vzbudili velikega zanimanja pri raziskovalcih, čeprav je že leta 1938 o kakovosti in pretokih zajetja Bistrica ter legi posameznih izvirov v njegovi okolici poročal Boegan. Tako v literaturi najdemo le tu in tam nekaj podatkov o fizikalno-kemični kakovosti in izdatnosti izvira Bistrica (Brečko-Grubar & Plut, 2001), nekoliko več pa je zapisanega o Bistrici kot o najmočnejšem kraškem pritoku svetovno znane ponikalnice Reke (Rojšek, 1987, 1996).

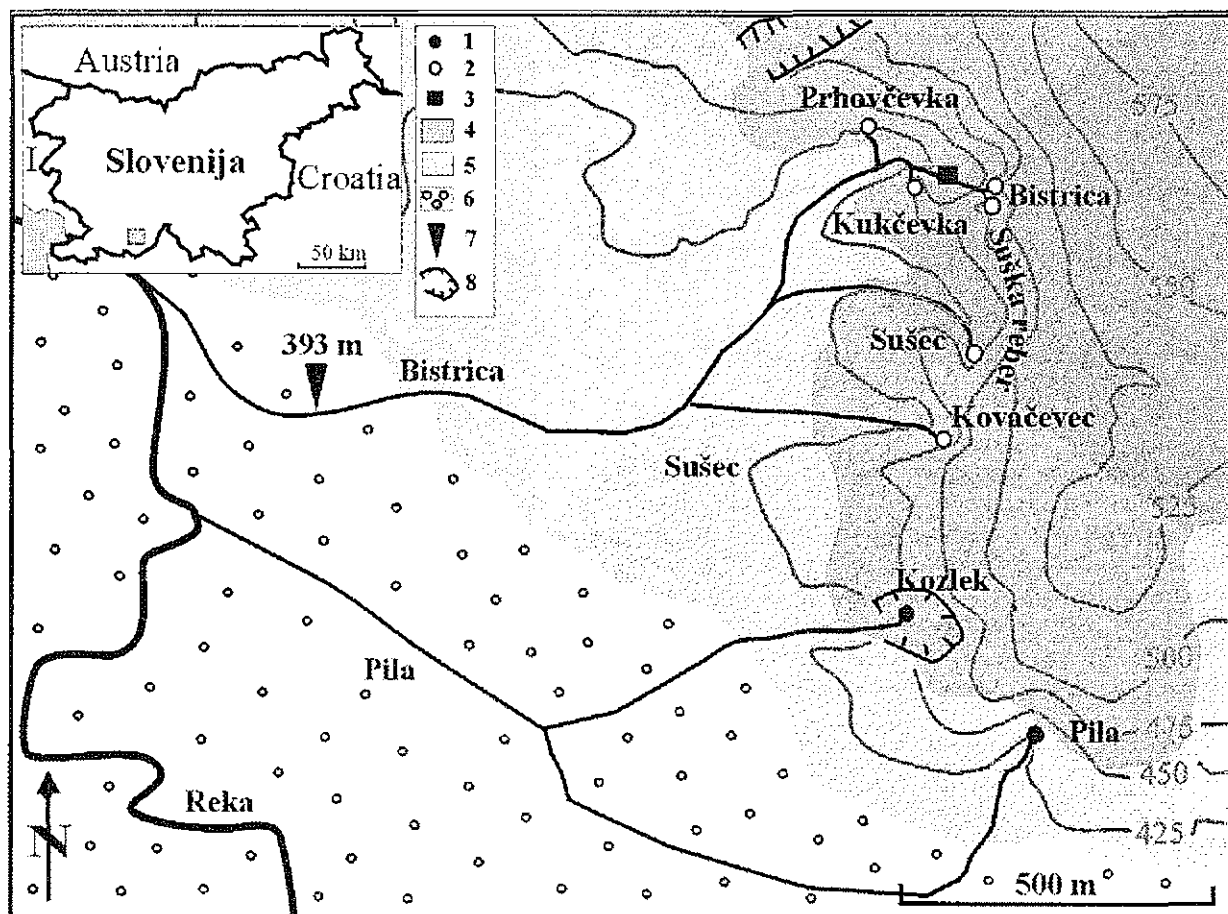
Bistrica je kljub majhni izdatnosti eden pomembnejših kraških izvirov v jugozahodni Sloveniji (Brumen *et al.*, 1991), saj s pitno vodo oskrbuje večji del občine Ilirska Bistrica, nekaj naselij v občini Hrpelje-Kozina ter del Republike Hrvaške. V zvezi s pripravo strokovnih podlag za sprejetje odloka o zavarovanju pitne vode iz omenjenega izvira je bilo po naročilu Občine Ilirska

Bistrica in upravljavca zajetja, Komunalnega podjetja Ilirska Bistrica, opravljenih več hidrogeoloških raziskav zaledja (Juren & Krivic, 1989; Petauer *et al.*, 2002), žal brez sledilnih poskusov in vrtin. Zbranih je bilo tudi nekaj podatkov o izdatnosti ter fizikalno-kemičnih značilnostih vode iz zajetja.

Celovitega opisa geografskega položaja izvirov v neposredni bližini mesta Ilirska Bistrica v povezavi s hidrološkimi razmerami v zaledju še nimamo, zato je besedilo pomemben prispevek k boljšemu poznavanju hidrološke situacije na tem območju jugozahodne Slovenije.

GEOGRAFSKI POLOŽAJ STALNIH IN OBČASNIH KRAŠKIH IZVIROV

Stalne in občasne kraške izvire pri Ilirski Bistrici lahko obravnavamo kot enoten hidrološki sistem. Izviri so razporejeni ob zahodnem vznožju Snežniške planote



Sl. 1: Geografski položaj obravnavanih izvirov. Legenda: 1. Stalni izvir, 2. Občasni izvir, 3. Zajetje za vodovod, 4. Kredni apnenci, 5. Eocenski fliš, 6. Rečni sedimenti, 7. Vodomerne postaja Ilirska Bistrica, 8. Kamnolom.

Fig. 1: Geographic position of the karst springs. Legend: 1. Permanent spring, 2. Periodical spring, 3. Water supply capture, 4. Cretaceous limestones, 5. Eocene flysch, 6. Fluvial sediments, 7. Ilirska Bistrica gauging station, 8. Quarry.

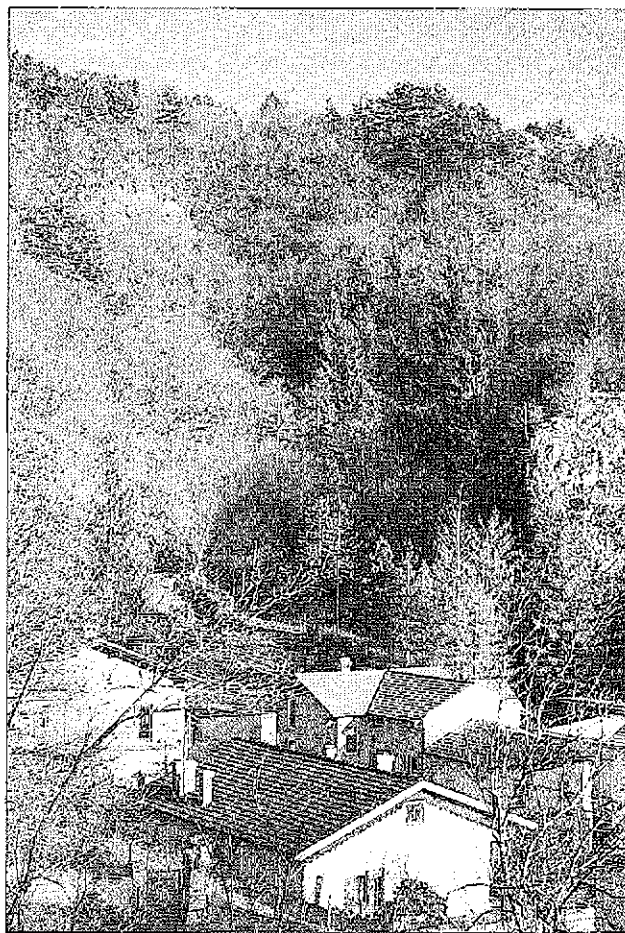
oziroma Snežniškega pogorja, kjer kraški svet, zgrajen iz apnencev, dolomitov, apnenčastih in dolomitnih breč pretežno kredne starosti, v stopnji prehaja v flišne sedimente brkinske sinklinale. Vode na dan prisili v podlagi slabo prepusten fliš, prek katerega so narinjene karbonatne kamnine Snežniške narivne grude. Kraški rob na tem delu ni tako izrazit, kot ga denimo lahko opazujemo v zatrepni dolini kraškega izvira Podstenjšek severozahodno od tod ali pa vzdolž toka Reke jugovzhodno od obravnavanih izvirov. Kljub temu se apniški svet v Suški rebri na zelo kratki razdalji spusti več kot 100 m do flišne podlage ilirskobistriške kotline. Lokalno erozijsko bazo izvirov tvori Reka, ki v okolici Ilirske Bistrice vijuga po svoji poplavni ravnici. Reka je svoje osamljeno porečje razvila na neprepustnih flišnih kamninah, ki jih z vseh strani omejujejo dobro prepustne kraške kamnine z bolj ali manj razvitimi kraškimi vodonosniki.

Preučevani izviri, ki so razporejeni na razdalji približno enega kilometra, se v Reko stekajo v dveh pritokih (Sl. 1). Pritok Bistrice, ki je dolg vsega skupaj 1,65 km (Rojšek, 1996), se napaja z izviri Bistrice ter izvirova Sušec in Kovačevcevec. Relativna višinska razlika med izvirov in izlivom je približno 30 m. Bistrice je najmočnejši kraški pritok Reke, z zelo pomembnim učinkom kraške retinence v sušnih obdobjih, ko ima ta malo vode. Pritok Pila oziroma Kozlek se napaja iz istoimenskih kraških izvirov.

Bistrice izvira pod prepadnimi stenami na stiku apnenca in fliša v značilni zatrepni dolini neposredno za zadnjimi hišami najstarejšega predela Ilirske Bistrice, imenovanega Sibirija, na nadmorski višini 425 m (Sl. 2). Zajetje za pitno vodo, ki mu pravijo Pod steno in je 90 m umejno izkopani drenažni rov, leži nekaj metrov nižje. Za omenjeno zajetje oziroma vodni vir se poleg izvira Bistrice uporablja še ime Pod Gradino, Sibirija ali pa vodni vir Ilirska Bistrice. Izvir je pozidan, tako da naravnega iztoka vode ni (Sl. 3). Nad zidanimi rezervoarji najdemo dva hudourniška jarka, ki segata do nadmorske višine 475 m in se zaključujeta z manjšo steno. Pobočja zatrepne doline so prekrita z gruščem. Kaže, da voda po hudournikih v izvir priteče le ob izjemnih padavinah. Drenažni rov sedanjega zajetja, ki leži na nadmorski višini 420 m, usmerja podzemni tok vode iz ožje okolice in širšega zaledja naravnost v zajetje pitne vode. V zatrepni dolini Bistrice izvirata še dva občasna kraška izvira, ki privreta na dan ob visokih vodah. Kukčevka je manjši slap, ki izvira iz skalne razpoke in se že po nekaj metrih toka združi z Bistrico. Kukčevka leži znotraj l. vodovarstvenega območja zajetja, ki je ograjeno. Z desne strani iz razpoke v steni privre na dan Prhovčevka, ki se v skočnikih med poslopji po nekaj 10 m izliva v Bistrico. Struga Bistrice je utrjena s kamnitimi brežinami od zajetja pa skoraj do izliva v Reko. Strnjena pozidava vzdolž struge v ozki zatrepni dolini je vezana na nekdanjo izrabo pogonske moči vodnega toka za delovanje

žag in mlinov (Sl. 4). Dejavnost te vrste je povsem zamrla, nekdanji mlinci in žage pa so v razvalinah.

Sušec je levi pritok Bistrice, ki izvira iz strme apniške stene na koncu manjše zatrepne doline. Zatrepna dolina Sušca in Bistrice sta med seboj ločena z nizkim in kratkim, toda dokaj izrazitim slemenom. Sušec je najslabovitejši izmed obravnavanih izvirov. Voda izvira iz razpok v steni in pada v obliki dveh manjših slapov in skočnikov (Sl. 5). Sušec je občasen izvir, višina izviranja vode pa je v precejšnji meri odvisna od trenutne hidrološke situacije. V običajnih razmerah voda privre na dan iz razpok v skalovju na višini približno 425 m, ob visokih vodah pa slap izvira iz apnenčastega gruščja ob vznožju manjših podornih sten v strmem pobočju Suške rebri tudi od 10 do 15 m višje. Hudourniške grupe je moč opazovati vse do skrajnega vrhnjega roba zatrepne doline nekaj 10 metrov višje, kjer so opazni tudi manjši podori. Sušec se hitro odzove na padavine v zaledju, kar se kaže v hitrem naraščanju in upadanju pretoka.



Sl. 2: Zatrepna dolina kraškega izvira Bistrice. (Foto: G. Kovačič)

Fig. 2: Pocket valley of the Bistrice karst spring. (Photo: G. Kovačič)

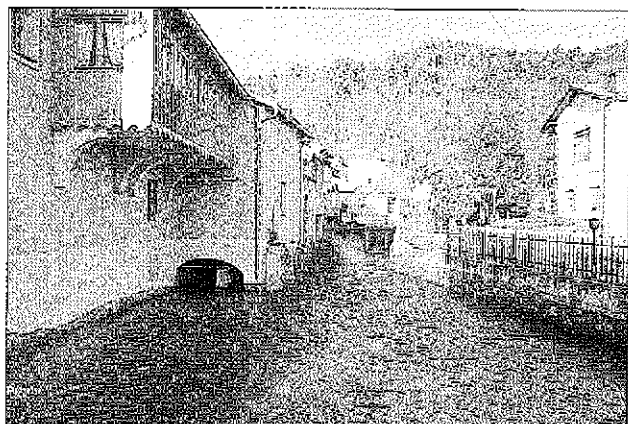


Sl. 3: Izvir Bistrice je za vodooskrbo zajet že na začetku. (Foto: G. Kovačič)

Fig. 3: The Bistrice karst spring is tapped for water supply at its very source. (Photo: G. Kovačič)

Kovačevcec je manjši občasn izvir, ki prihaja na dan iz razpok v steni na kraju neizrazite in kratke zatrepne doline. Ob srednjih in nizkih vodah izvira voda izpod stene na nadmorski višini 430 m. Ob dvigu nivoja podzemne vode voda izvira 15 m više neposredno iz gruščca, ki se napaja skozi razpoke v apnenčasti podlagi. Ob visokih vodah se v neposredni bližini aktivira manjši slap, ki priteče iz korozivno razširjene razpoke v apnenčasti steni.

Kozleka izvira na območju opuščene kamnoloma in je eden izmed stalnih izvirov na območju. Voda izvira na nadmorski višini 440 m iz podornega kamenja, ki leži pod manjšo steno. Izvir hitro reagira na padavine s povečanim pretokom, potem pa sledi dolgo obdobje izredno nizkih pretokov. Ob izviru se je med deli v kamnolomu odprla krajša jama, ki jo v svojem delu opisuje Boegan (1938).



Sl. 4: Stari del Ilirske Bistrice, imenovan Sibirija. (Foto: G. Kovačič)

Fig. 4: The old part of the town of Ilirska Bistrice named Sibirija. (Photo: G. Kovačič)

Pila je manjši kraški izvir, ki prihaja na dan ob stiku apnenca s flišem ob visokih vodah na nadmorski višini približno 470 m. Število posameznih izvirov na lokaciji in njihova višina sta močno odvisna od trenutne hidrološke situacije, saj se ob visokih vodah število izvirkov na lokaciji poveča, ob nizkih vodah pa voda izvira precej niže. Ob padavinskih viskih voda išče pot skozi območja slabše prepustnosti v apnenčastem grušču, ki prekriva pobočje pod manjšimi stenami kraškega roba. Posledica je zelo povečan pretok v potoku, ki je običajno zelo majhen, vendar stalen.

HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI IZVIROV IN NJHOVO ZALEDJE

Hidrografska zaledje izvirov je razmeroma dobro omejeno samo s flišnim obrobjem ob Reki, ki teče vzporedno z bolj ali manj izrazitim kraškim robom zahodnega dela Snežniške planote v značilni dinarski smeri. Strma pobočja pod robom prekrivajo apneni gruščci, sestavljeni iz skalnih odkruškov različnih velikosti. Ti značilno prekrivajo tudi rebri krajnih koncev zatrepnih dolin kraških izvirov. Flišne kamnine v talnini snežniške narivne grude (Placer, 1981) so za podzemne kraške vode nekakšna hidrološka pregrada, kar usmerja podzemni tok kraške vode z zahodnega roba Snežniške planote v porečje Pivke. V njenem zgornjem toku prihaja do bifurkacije med jadranskim in črnomořskim povodjem (Habič, 1984). Kaže, da je flišna pregrada prebita samo na območju obravnavanih izvirov in pri kraškem izviru Podstenjšek. Obseg kraškega zaledja izvirov v notranjosti Snežniške planote je po do sedaj razpoložljivih podatkih praktično nemogoče opredeliti, saj je hidrografska meja med napajalnim zaledjem Bistrice, Pivke, Cerkniskega jezera in Riječine (Hrvaška) zelo nejasna in verjetno prostorsko in časovno močno spremenljiva glede na padavinske in hidrološke razmere na območju. Sledilnih poskusov na območju niso napravili. Ocena, da hidrografska zaledje kraškega izvira Bistrice obsega površino približno 90 km² (Juren & Krivic, 1989; Petauer et al., 2002), je nekoliko pretirana. Kljub temu je s stališča varovanja pitne vode smiselna, saj so jo zaradi slabšega poznavanja terena in da bi se izognili morebitnim nepremišljenim posegom v naravo, pomaknili do roba izrazitega dinarskega preloma, kjer so opazne vidne geološke spremembe terena.

Z izjemo Pile in Kozleka vodomerna postaja Ilirska Bistrice (Bistrice) zajema vode vseh obravnavanih kraških izvirov. Postaja leži na nadmorski višini 393 m v bližini izliva Bistrice v Reko. Po hidroloških podatkih za obdobje 1958 do 1998 (v letih od 1974 do 1989 meritev niso opravljali) se srednji letni pretoki sučejo med 0,86 in 2,56 m³/s ($Q_s = 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$) (HMZ RS, 1999), pri tem pa je treba v skupni bilanci iztoka vode upoštevati odvzem vode za potrebe vodovoda, ki je neodvisno od letnega časa približno 0,100 m³/s. Minimalni pretoki se gibljejo

med 0,044 in 0,560 m³/s in so dolgotrajnejši. Maksimalni pretoki med 3,39 in 36,50 m³/s so kratkotrajni, ekstremni viški pa se pojavljajo hkrati z izjemnimi padavinskimi dogodki v zaledju. Pretok Bistrice skoraj polovico dni v letu ni večji od 1 m³/s. Indeks preplavljenosti znaša 1 : 36 : 830, kar kaže na sistem dobro razvite kraške poroznosti z zelo hitrim tokom in istočasno na omejeno sposobnost skladiščenja v vodonosniku. Če upoštevamo odvzem, se vrednost indeksa preplavljenosti zmanjša na 1 : 12 : 254. Zaradi slabše prepustnosti stalnih in niže ležečih izvirov se ob močnejših padavinah nivo podzemne vode dvigne. Potek praznjenja vodonosnika zaznamuje hitri upad povečanih pretokov v višje ležečih izviroh. Do znatnejšega upada pretoka, ki je posledica upada gladine podzemne vode v zaledju, prihaja najprej pri Pili, sledijo Kozlek in drugi izviri do kraškega izvira Bistrica. Prepustnost slednjega je precej omejena, kar se ob močnejših padavinah kaže v povečanem pretoku v občasnih izviroh. Slabša prepustnost stalnih izvirov je verjetno tudi posledica dejstva, da tam ni izvirskih jam, ki jih lahko opazujemo v kraških izviroh drugod po Sloveniji in svetu. Možno je, da sicer obstajajo manjše izvirske jame, ki pa so bodisi zapolnjene in tako slabše prevodne bodisi zasute s pobočnim gruščem in jih zato ni opaziti. Možno je tudi, da se preprosto končajo z zapletenim sistemom številnih razpok v skalovju, ki so pogoste na narivnem robu. Vloge tektonske prertrnosti narivnega roba na razporeditev izvirov in na njihove hidrološke posebnosti ne gre zanemarjati, čeprav ta še ni pojasnjena.

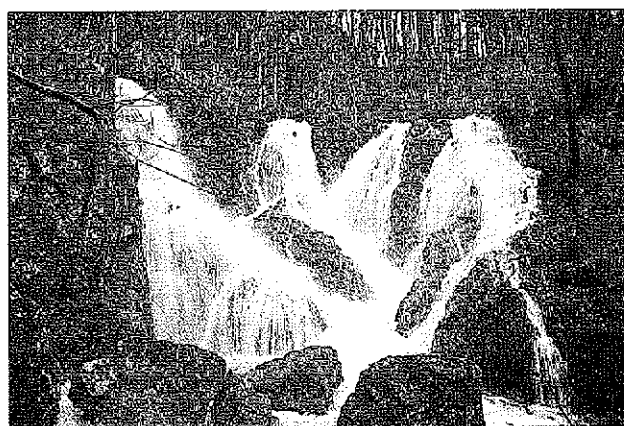
V hidroloških podatkih za vodomerno postajo Ilirska Bistrica nista zajeta izvira Pila in Kozlek. Podatkov o njihovih pretokih nimamo, vendar skupni srednji letni pretok v seštevku verjetno ne presega 0,150 m³/s.

Minimalna izdatnost kraškega izvira Bistrica je ocenjena na 0,200 m³/s (Kovačič, 2001a), kar je približno toliko, kot je izmerjeni srednji minimalni pretok Bistrice na vodomerni postaji Ilirska Bistrica. V sušnih mesecih se Bistrica polni pretežno z vodo iz omenjenega izvira. Prva merjenja pretokov kraškega izvira Bistrica so bila opravljena že ob koncu devetnajstega in v začetku prejšnjega stoletja, rezultate o meritvah pa je v svojem delu zapisal Boegan (1938). V obdobju med 1870 in 1928 je bila zabeležena minimalna izdatnost 0,116 m³/s (1. 9. 1911) ter maksimalna izdatnost 3,18 m³/s (27. 3. 1928). V istem delu so zabeleženi rezultati nekaj meritev pretoka na občasnih kraških izviroh Sušec in Kovačevca v letu 1928. Pretoki Sušca se gibljejo med 0,160 in 0,820 m³/s, pretoki Kovačevca pa med 0,001 in 0,472 m³/s, avtor pa navaja, da omenjena izvira v sušnih poletnih mesecih popolnoma presahneti. Pomankljivost podatkov o pretokih je, da niso dovolj reprezentativni, saj merjenj niso opravljali sistematično v vseh letnih časih. Tako denimo nimamo podatkov o pretokih v zimskih mesecih in še posebej v mesecu novembru, ko so izviri najbolj izdatni. Kljub temu dajejo

pomembno informacijo, saj novejših podatkov nimamo.

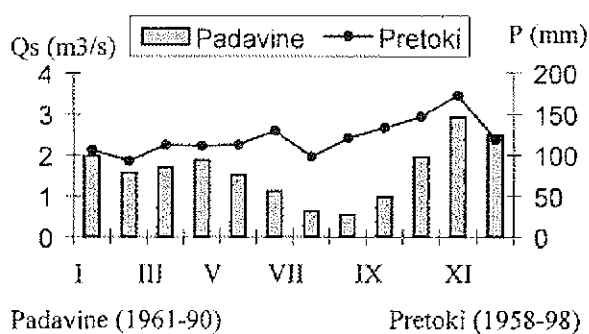
Časovna razporeditev srednjih mesečnih pretokov Bistrice pokaže dva letna viška. Prvi in izrazitejši višek se časovno ujema z veliko količino padavin v mesecu novembru, ki je med vsemi meseci v letu najbolj namočen. Visoki pretoki se ohranjajo do meseca februarja, ko nastopi manj izraziti nižek. Sekundarni višek pretokov se pojavlja v mesecu aprilu. Primarni nižek se pojavlja v poletnih mesecih. Nadpovprečni srednji mesečni pretoki so značilni za hladno polovico leta, z izjemo meseca februarja, ko so pretoki nekoliko nižji od letnega povprečja. Sekundarni aprilski višek je posledica taljenja snega v pomladanskih mesecih, saj zimski in spomladanski meseci odražajo podpovprečne vrednosti količine padavin. Vendar pa učinek taljenja snega v zaledju ni posebej izrazit, saj srednji aprilski pretok le malo presega srednji letni povprečni pretok in je tudi manjši od pretokov v mesecih od oktobra do januarja. Napajalno zaledje izvirov potemtakem obsega tudi območja, ki jih pozimi prekriva sneg, vendar gre tu za predele s tanjšo in manj časa trajajočo snežno odejo.

Ocenjeni skupni srednji letni odtok iz obravnavanih izvirov znaša približno 1.850 m³/s. Ob predpostavki, da so spremembe v količini uskladiščenja vode v dolgoletnem obdobju enake 0, lahko na podlagi podatkov o količini padavin v zaledju in podatku o evapotranspiraciji ocenimo velikost zaledja izvirov. Seveda gre zgolj za površno oceno, saj na napajanje kraškega vodonosnika vplivajo še številni drugi dejavniki, kot sta denimo taljenje snega in prestrezanje padavin na rastlinskem pokrovu (Petrič, 2002). Poleg tega gre za oceno velikosti zaledja, ne pa tudi obsega in njegovih mej. Skupna letna količina padavin na padavinski postaji Ilirska Bistrica, ki leži dober kilometer severneje od izvirov, znaša 1446,8 mm (Zupančič, 1995), korigirana vrednost pa 1569 mm (Kolbezen & Pristov, 1998). Hidrografsko zaledje izvirov



Sl. 5: Kraški izvir Sušec ob visoki vodi novembra 2002. (Foto: G. Kovačič)

Fig. 5: High discharge of the Sušec spring in November 2002. (Photo: G. Kovačič)



Sl. 6: Povprečni mesečni pretoki Bistrice v obdobju 1958-98 na vodomerni postaji Ilirska Bistrica in povprečne mesečne padavine v obdobju 1961-90 na padavinski postaji Ilirska Bistrica (HMZ RS, 1999; Zupančič, 1995).

Fig. 6: The Bistrica monthly mean discharges (period 1958-98) at the Ilirska Bistrica gauging station and monthly mean precipitation (period 1961-90) at the Ilirska Bistrica precipitation station (HMZ RS, 1999; Zupančič, 1995).

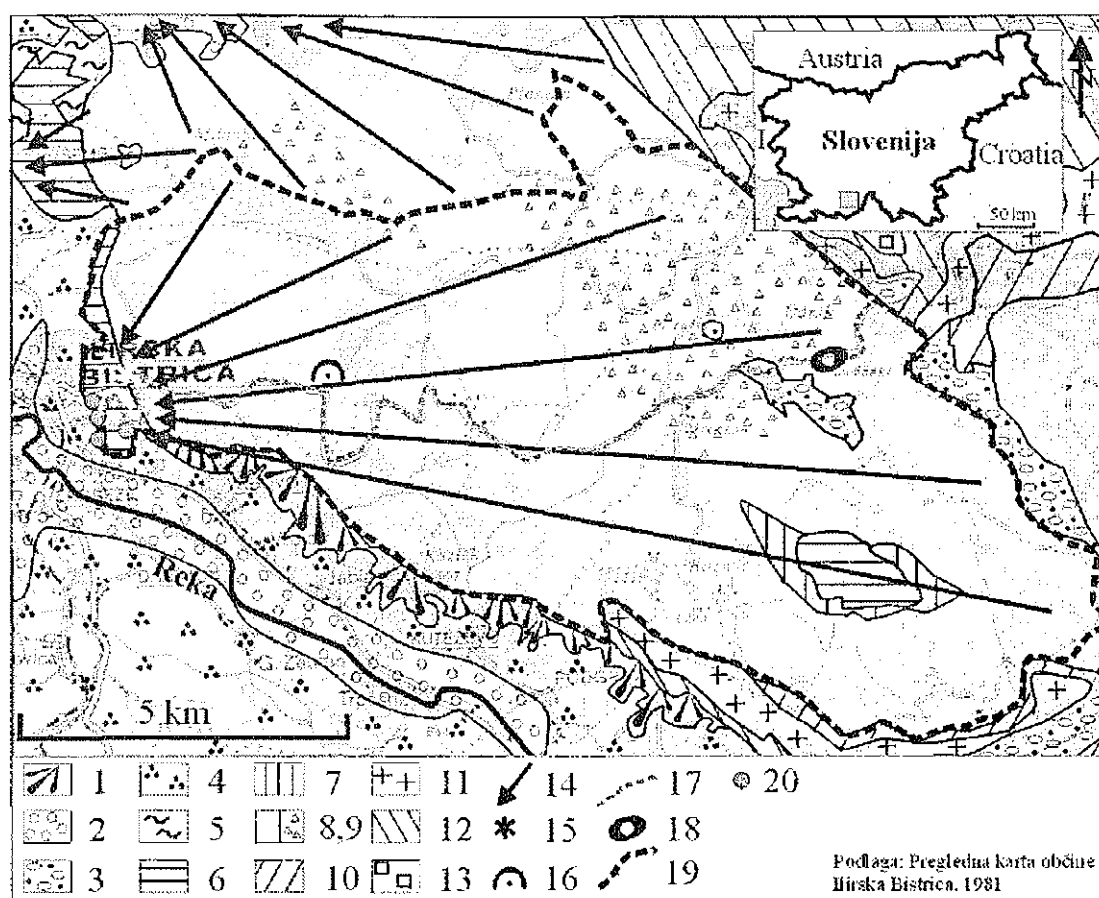
je dobro namočeno. Proti notranosti Snežniške planote padavine zaradi orografske pregrade naraščajo ter na zahodnem robu Snežniške planote in v povirnem delu Reke presežejo 1800 mm. Podatki za Mašun (2041 mm/letno) in južneje ležeče Gomance (2738 mm/letno) kažejo, da se količina padavin proti osredju planote še veča in znaša približno 2500 mm, na najvišjih predelih pa celo 3000 mm. Snežniška planota je v povprečju 100 dni na leto pokrita s snežno odejo, njena letna maksimalna višina pa se giblje med 20-200 cm (Kolbenz & Pristov, 1998; Zupančič, 1998; Kovačič, 2001). Višja nadmorska lega zaledja in posledično nižje temperature povzročajo slabše izhlapevanje, prepustna karbonatna kamninska podlaga pa omogoča hitro prenikanje vode v globino, kar tudi zmanjšuje možnost izhlapevanja, povečuje pa podzemni vodni odtok z območja. Če vzamemo 1800 mm padavin kot povprečno množino padavin v zaledju in upoštevamo 620 mm letnega izhlapevanja ter obe vrednosti primerjamo s skupnim letnim srednjim odtokom skozi izvire, dobimo podatek, da napajalno zaledje izvirov obsega površino približno 50 km². Gre zgolj za približek, saj so omenjene vrednosti, z izjemo srednjega letnega odtoka skozi izvire, ocenjene na podlagi Kolbenz & Pristovih (1998) izračunov. Za natančnejšo oceno velikosti zaledja bi bila potrebna sistematična merjenja izdatnosti izvirov in jasnejša opredelitev količine padavin ter izhlapevanja v zaledju, kot dveh pomembnejših dejavnikov napajanja.

Hidrografske zaledje izvirov sestavlja visoki kras Snežniške planote, ki je izoblikovan v dobro do srednje prepustnih krednih ter deloma jurskih in paleogenskih apnencih, dolomitih, apnenčastih in dolomitnih brečah, ki so tektonsko zelo pretrti, kar še povečuje njihovo prepustnost (Šikić *et al.*, 1972; Šikić & Pleničar, 1975).

Podrobnejšo geološko zgradbo območja opisuje slika 7. V narivni zgradbi jugozahodne Slovenije kamnine pripadajo Snežniški narivni grudi (Placer, 1981). Ta je na svojem zahodnem robu narinjena prek flišnih plasti brkinske sinklinale, ki je del Komenske narivne grude. Dokaz za to sta tektonski okni pri Zagorju in Knežaku (Pleničar, 1968). Neprepustni fliš v podlagi prisili podzemne vode na dan v obravnavanih izviroh. Na območju izvirov gre tako za značilen primer kontaktnega krasa z manjšimi zatrepnimi dolinami. Tu in tam se na Snežniški planoti v omejenem obsegu pojavljajo tudi ledeniške morene in aluvialne naplavine. Večinoma gre za pesek in slabo zaobljen prod moren pobočnih ledenikov, ki so se v pleistocenu raztezali s Snežnika v različnih smereh (Šifrer, 1959).

Snežniška planota se na zahodu in jugozahodu zaključuje s kraškim robom nad dolino Reke, na severovzhodu je omejena z Notranjskim podoljem, na severozahodu pa v blagem pregibu prehaja v kraško Zgornjo Pivko. Skupaj z Javorniki na severu in Gorskim kotarjem na jugu in jugovzhodu tvori zaokroženo morfološko enoto s skupnimi značilnostmi. Večina površja na Snežniški planoti sega v višine med 1000 in 1400 m, najvišji vrh je Snežnik (1796 m). Območje je polno vrtač različnega nastanka in velikosti, brezen, med katerimi je Brezno Bogumila Brinška s 506 m globine najgloblje do sedaj odkrito ter značilnih kraško ledeniških globeli (Velika Padežnica, Vala, Grda draga ...). Kraške jame na območju niso znane.

Snežniška planota pripada hidrološkemu tipu globokega raztočnega krasa. Za ta tip krasa je pomembna avtohtona padavinska voda, ki prenika v kraško podzemlje in odteka v različne smeri proti kraškim izvirov na obrobju. Snežniška planota je razvodno območje, saj se jugovzhodni del njenega ozemlja odmaka v porečje Riječine, severovzhodni in severni predeli pripadajo črnorskemu povodju, zahodni predeli pa napajajo maloštevilne kraške izvire, ki prihajajo na dan ob stiku s flišem in so sestavni del porečja Reke. Možno je, da se skozi razpoke deloma kraško polnijo tudi manjši izviri narivnega kraškega roba jugovzhodno od Ilirske Bistrice. Ti se napajajo skozi apnenčasti pobočni grušč in nato izvirajo na točkah manjše prepustnosti ter sestavljajo desne pritoke Reke. Kljub dejstvu, da Reka s svojo dolino v višini približno 400 m oblikuje glede na preostalo obrobje Snežniške planote relativno zelo nizko lokalno erozijsko bazo, je količina podzemne vode, ki se usmerja v izvire proti zahodnemu robu Snežniške planote, dokaj majhna. Hidrografske zaledje obravnavanih izvirov obsega tako le manjši del Snežniške planote, glavnina precej izdatnih padavin pa odteka v porečje Pivke (555 m) in Cerkniškega jezera (555 m) ter Riječine (350 m). Verjetno gre za vpliv geološke zgradbe v povezavi s tektonskimi strukturami in paleogeografskim razvojem območja.



Sl. 7: Geološka zgradba hidrografskega zaledja izvirov in njihovi potencialni onesnaževalci (prirejeno po: Šikić et al., 1972; Petauer et al., 2002; Kovačič, 2001b) Legenda: 1. Pobočni grušč (holocen), 2. Aluvialni nanosi (holocen), 3. Glaciofluvialni sedimenti (pleistocen), 4. Flišni sedimenti: menjavanje glinovcev, laporovcev, peščenjaka, kalkarenitov, breč in konglomeratov (eocen), 5. Svetlosivi in sivi ter sivorjavi do črni apnenici do lapornati apnenici (paleogen), 6. Svetlosivi in beli prekristalizirani apnenici (zg. kreda), 7. Menjavanje plasti svetlih apnenecv in dolomitov (zg. kreda), 8. Svetli apnenici (sp. in zg. kreda), 9. Dolomitno apnena breča (sp. in zg. kreda), 10. Apnenec in dolomit (sp. kreda) 11. Svetlosiv apnenec (zg. jura), 12. Svetlosiv in temnosiv apnenec (zg. jura), 13. Temnosivi debeložrnati dolomit v menjavanju z apnenecem (zg. jura), 14. Domnevni podzemeljski dotok vode, 15. Trap-športno strelišče, 16. Kamnolom, 17. Lokalna cesta, 18. Turistično naselje Sviščaki, 19. Predlagana meja vodovarstvenega območja, 20. Kraški izvir.

Fig. 7: Geological map of the karst springs' hinterland and their potential pollutants (after: Šikić et al., 1972; Petauer et al., 2002; Kovačič, 2001b) Legend: Slope rubble (Holocene), 2. Alluvial sediments (Holocene), 3. Glaciofluvial deposits (Pleistocene), 4. Flysch rocks: shales, marlstones, sandstones, calcarenites, breccias and conglomerates, 5. Light grey and grey limestones, grey brown and black limestones and marly limestones (Paleogene), 6. Light grey and white crystalline limestones (Upper Cretaceous), 7. Alternating light limestones and dolomites (Upper Cretaceous), 8. Light limestones (Upper and Lower Cretaceous), 9. Dolomite-limestone breccia (Upper and Lower Cretaceous), 10. Limestone and dolomite (Lower Cretaceous), 11. Light grey and dark grey limestone (Upper Jurassic), 12. Light grey and dark grey limestone (Upper Jurassic) 13. Dark grey grained dolomite and limestones (Upper Jurassic), 14. Suppositional underground water flow, 15. Trap-shooting ground, 16. Quarry, 17. Local road, 18. The Sviščaki tourist centre, 19. Suggested water-protection area, 20. Karst spring.

FIZIKALNO KEMIJSKE LASTNOSTI IN MIKROBIOLOŠKA KAKOVOST VODE V IZVIRIH

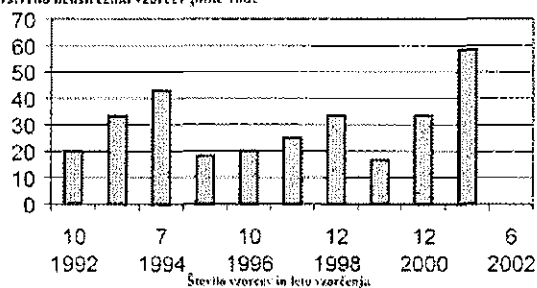
Meritve fizikalno kemijske in mikrobiološke kakovosti kraškega izvira Bistrica za potrebe upravljavca isto-

imenskega zajetja pitne vode opravlja v okviru rednih in občasnih analiz Zavod za zdravstveno varstvo Koper (v nadaljevanju ZZV Koper). Nekaj podatkov o temperaturi vode v izviri Bistrica, Sušec in Kovačevce je objavil tudi Boegan (1938). Za natančnejšo podobo o fizikalno ke-

mijskih in mikrobioloških lastnostih obravnavanih kraških izvirov bi bilo treba opraviti sistematične meritve.

Redne mesečne meritve fizikalno-kemijskih parametrov surove vode na zajetju kraškega izvira Bistrica, opravljene v letih od 2000 do 2002, kažejo na letno gibanje med 8,7 in 10,8 °C. Maloštevilni podatki za občasna izvira Sušec in Kovačevce kažejo, da sta izvira nekoliko hladnejša, saj najnižja izmerjena vrednost znaša 7 °C (Boegan, 1938). Rezultati meritev SEP vode v zajetju za isto opazovano obdobje se sučejo med 324 in 388 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH vrednosti med 7,12 in 7,77. Enkratna meritev trdote vode kaže, da je karbonatna trdota vode v zajetju 10,9 °NT, nekarbonatna trdota pa samo 0,6 °NT, kar se ujema z geološko zgradbo zaledja izvirov. V litru vode je raztopljeno 55 mg kalcijevih in 10 mg magnezijevih kationov (ZZV Maribor, 1999; ZZV Koper, 2000-2002).

% Zdravstveno neustreznih vzorcev pitne vode



* V letu 2002 so zajete analize do vključno meseca julija.

Sl. 8: Rezultati mikrobioloških analiz kraškega izvira Bistrica (Kovačič, 2001a; ZZV Koper, 2000-2002).

Fig. 8: The results of microbiological analyses of water samples taken from the Bistrica karst spring (Kovačič, 2001a; ZZV Koper, 2000-2002).

OGROŽENOST IN VAROVANJE IZVIROV

Mikrobiološke lastnosti izvira Bistrica kažejo, da je voda večinoma primerna za pitje tudi brez predhodnega čiščenja, medtem ko po fizikalno-kemijskih parametrih voda popolnoma ustreza kriterijem o zdravstveni ustreznosti pitne vode (Sl. 8). Podobno kot večina drugih kraških izvirov je tudi voda v zajetju Bistrica občasno okužena z mikroorganizmi, zato je za kakovost pitne vode poskrbljeno s stalnim razkuževanjem na črpališču v neposredni bližini zajetja.

Zaledje izvirov označuje razvit globoki kras Snežniške planote z dobro prepustnostjo. Zaradi pretakanja vode po razpokah in kanalih so pretoki kraške podzemne vode v primerjavi z nekraškimi podzemskimi zelo hitri in skrajšajo čas že tako omejenega biokemijskega čiščenja, kar slabša njeno kakovost. Zaradi dobre prevodnosti v kraških vodonosnikih skorajda ne prihaja do mehničnega čiščenja, zato kraški izviri pogosto kalijo. Z vidika varovanja vode v izviri je pozitivno

dejstvo, da zaledje oblikujejo prostrani in neposeljeni gozdovi Snežniške planote, tako da je to zaradi reliefnih, podnebnih in geoloških značilnosti za kmetijsko rabo skrajno neprimerno območje. Kljub temu so izviri ogroženi zaradi gradbeniške, športne, turistične in gozdarske dejavnosti ter z njimi povezanega prometa v njihovem ožjem in širšem zaledju (Sl. 7) (Kovačič, 2001b). Ocene kažejo, da je koncentracija svınca v prsti, ki ga vsebujejo šibni naboji pušk, na aktivni površini športnega strelišča na Črnih njivah (to leži približno 700 m od izvira Bistrica na območju nekdanjega vojaškega strelišča) zelo velika. Za dosego mejne vrednosti letnega vnosa omenjene kovine (2,5 kg/ha), ki jo predpisuje Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih gnojil v tla iz leta 1996 (Ul. RS, 1996), bi zadostovalo 150 izstreljenih nabojev letno. Dosedanje fizikalno-kemijske analize kakovosti vode iz izvira Bistrica kažejo, da je koncentracija svınca v vodi v mejah dovoljenih vrednosti, četudi strelišče obratuje že dve desetletji. Razširjene meritve fizikalno kemijskih lastnosti vode, ki jih na izvira Bistrica praviloma opravljajo dvakrat letno, kažejo na porast vsebnosti te kovine v vodi. Junija 2002 je koncentracija svınca v vodi dosegla do 4 $\mu\text{g}/\text{l}$ (mejna dovoljena vrednost za pitno vodo znaša 10 $\mu\text{g}/\text{l}$) (ZZV Koper, 2000-2002). Za zagotavljanje kakovostne pitne vode v kraškem izvira Bistrica in v sosednjih izviri je potrebna preselitev športnega strelišča zunaj napajalnega območja izvirov ter sanacija s svincem onesnažene površine in prsti na strelišču.

Turistično naselje Sviščaki (90 počitniških hiš) leži globoko v osrčju Snežniške planote, daleč stran od obravnavanih izvirov. Kljub temu ga avtorji strokovnih podlag za zavarovanje kraškega izvira Bistrice (Juren & Krivic, 1989; Petauer et al., 2002) uvrščajo v vplivno vodovarstveno območje. Varstvo kraške podtalnice bi morali zagotavljati z graditvijo neprepustnih greznic, ki jih večina objektov nima.

Promet v povezavi z gozdarsko, turistično in gradbeniško dejavnostjo pomeni veliko grožnjo za zajetje, saj v njegovi neposredni bližini poteka lokalna cesta Ilirska Bistrica – Sviščaki, ki ni urejena tako, da meteorne vode s cestišča ne bi odtekale neposredno v vodonosnik.

V hidrografskem zaledju izvirov sta dva kamnoloma. Spodnji, ki leži 200 m nad vodnim zajetjem, danes ne obratuje več. Danes v njem meljejo apnenec, ki ga dovažajo iz zgornjega kamnoloma. Kamnolom je danes nekakšno parkirišče za številne zavržene avtomobile ter delovno mehanizacijo in tovornjake, v njem pa se skrajno neprimerno skladišči nafta za pogon težke mehanizacije. Do pred kratkim je kamnolom rabil kot odlagališče odpadnega gradbenega materiala za širše območje Ilirske Bistrice. Pri kamnolomih je treba biti posebno previden pri vplivih na neposredni kraški odtok, kar pomeni, da je treba skrbno paziti, da se preprečijo kakršni koli izlivi nafte in olj ter drugih strupenih ali škodljivih snovi, saj bi vsakršno njihovo izlitje lahko

daljnosežno vplivalo na kvaliteto kraške talne vode (Šebela, 1997). Kemijske analize vode iz zajetja kažejo na občasno povečanje vsebnosti mineralnih olj v pitni vodi, ki skoraj dosegajo prag mejnih dovoljenih vrednosti (ZZV Koper, 2000-2002) in so dejansko lahko posledica neurejenih razmer pri gospodarjenju v kamnolomih. Sanacija spodnjega kamnoloma je nujna za dolgoročno zagotavljanje kakovostne pitne vode, obratovanje zgornjega kamnoloma pa je treba sanirati do stopnje, ko ne bo več ogrožalo kraške podtalnice (Kovačič, 2001a).

Kraški izvir Bistrica je zavarovan z Odlokom o določitvi varstvenih pasov in ukrepov za zavarovanje vodnih virov (PN Uradne objave, 39/1985), vendar so njegovi varstveni pasovi izdelani le na osnovi razdalj od zajetja, režim varovanja pa je v primerjavi z novejšimi metodologijami o zavarovanju podzemne pitne vode preblago in slabo definiran in se v glavnem ne uresničuje. Na podlagi hidrogeoloških raziskav zaledja so bile v letu 1989 (Juren & Krivic, 1989) in 2002 (Petauer *et al.*, 2002) izdelane strokovne podlage za zavarovanje kraškega izvira Bistrica. Nobena od predlaganih ni bila sprejeta z občinskim odlokom, kajti z novim Zakonom o vodah iz leta 2002 (UL RS, 2002) je določevanje vodovarstvenih območij pitne vode prešlo iz rok lokalnih oblasti v pristojnost države. Tako ostaja regionalno pomemben vir pitne vode praktično nezavarovan (Kovačič, 2001a).

ZAKLJUČEK

Stalni in občasni kraški izviri v okolici Ilirske Bistrice so del enotnega hidrološkega sistema. Hidrološko za-

ledlje izvirov, ki obsega približno 50 km², sestavlja neposeljena kraška planota Snežnik. Izviri se napajajo izključno kraško z avtohtono padavinsko vodo, površinskih tekočih voda in ponikalnic v zaledju ni. Posebnost izvirov je njihova razporeditev vzdolž naravnega roba ob zahodnem vznožju apniške Snežniške planote na eocenski fliš doline Reke. Izviri značilno reagirajo na hidrološke razmere v zaledju s hitrim naraščanjem pretoka ter hitrim upadanjem, najprej v najvišje ležečih izviri.

Fizikalno kemijske in mikrobiološke analize pitne vode iz kraškega izvira Bistrica, ki je zajet za vodooskrbo širšega območja, kažejo, da je voda precej kakovostna. V nenaseljenem gozdnem kraškem zaledju pa kljub temu najdemo nekaj resnih potencialnih in dejanskih onesnaževalcev kraške podtalnice. Zajetje pitne vode je sicer zavarovano, vendar so varstveni ukrepi slabo določeni in jih ne uresničujejo.

Za boljše razumevanje hidroloških razmer je treba opraviti še vrsto nadaljnjih raziskav, analiz ter meritev. Pridobiti bi morali kakovostne in med posameznimi izviri primerljive podatke o fizikalno-kemijskih lastnostih vode. Izpeljati bi morali natančna merjenja pretokov posameznih izvirov skozi primerljivo časovno obdobje ter preučiti hitrost odzivanja izvirov na padavinske dogodke v zaledju. Z zanesljivimi podatki o pretokih bi s pomočjo izračuna vodne bilance lahko približno določili velikost hidrografskega zaledja izvirov, katerega meje bi morali potrditi s sledilnimi poskusi. Z njimi bi pridobili tudi podatke o hitrostih in smereh pretakanja kraške vode v zaledju, kar bi pripeljalo do boljšega razumevanja hidrološkega sistema izvirov Bistrice, omogočilo pa bi tudi jasnejšo opredelitev vodovarstvenih območij.

BISTRICA KARST SPRINGS (SW SLOVENIA)

Gregor KOVAČIČ

Faculty for Humanities Koper, University of Primorska, SI-6000 Koper, Glagoljaška 8

E-mail: gregor.kovacic@fhs-kp.si

SUMMARY

The Bistrica karst springs are distributed along the western foot of the Snežnik karst plateau (NW Dinarids) at the junction with the impermeable Eocene flysch of the Reka valley. Tectonically, the Snežnik karst plateau is part of the Snežnik thrust sheet, which is in its western part over-thrust to flysch layers. Deeply karstified Cretaceous and Jurassic limestones, dolomites and dolomite-limestone breccias prevail. Autochthonous precipitation water runs towards the karst springs situated in the margins of the plateau. The catchment area of the Bistrica springs stretches over a small part of the plateau. The estimated area is 50 km².

Permanent and periodical karst springs are situated at an altitude of 420 to 470 m. During the dry period, the discharge of three of the springs reaches a total of only about 0.140 m³/s at the gauging station. After heavy rains, their discharge exceeds 36 m³/s. The ratio between low, medium and high discharges is 1 : 36 : 830, but if the quantity of water tapped for water supply is calculated, this value is 1 : 12 : 254. It has been estimated that the mean annual discharge from the springs equals 1.85 m³/s. The time distribution of the mean monthly discharges shows that two annual maximums occur, the first in November and the second in April, while the lowest mean discharges

occur in July and August and the second minimum in February. The second maximum in April is the result of snow melting during the spring months. There are not many data available on the physical and chemical characteristics of the springs, but there are some on the Bistrice karst spring.

Due to its climate, geomorphologic and geological conditions, the Snežnik plateau is somewhat inconvenient for agriculture and, for this very reason, uninhabited. In spite of this, the karst springs are endangered by pollution from the construction, sports, tourism and forestry activities taking place in their more or less immediate vicinity as well as by traffic associated with these particular activities. The Bistrice karst spring is the most abundant amongst all the springs mentioned above and is therefore tapped for water supply. The spring is protected, but the water-protecting measures to be taken are inappropriately defined and have not been carried out so far. One of the most important drinking water resources in SW Slovenia thus remains practically unprotected.

Further investigations, analyses and measurements are needed in order to provide necessary information about the hydrological conditions in the area, including measurements of the physical and chemical characteristics of the springs. To determine the catchment area and consequently appropriate water protecting areas of the springs, particularly the Bistrice karst spring, accurate measurements of discharges as well as some tracing tests should be carried out in the hinterland.

Key words: Bistrice karst spring, karst hydrology, Snežnik plateau, SW Slovenia

LITERATURA

- Boegan, E. (1938):** Il Timavo. Studio sull'idrografia carsica subarea e sotterranea. Memorie dell'Istituto Italiano di speleologia. Serie geologica e geofisica, II, Trieste, 134 pp.
- Brečko-Gruber, V. & D. Plut (2001):** Kakovost virov pitne vode v Sloveniji. Ujma, 14-15, 238-244.
- Brumen, S., S. Lapajne, E. Vončina, L. Osvald, M. Babič & M. Medved (1991):** Kataster kakovosti vodnih virov 1990. Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Inštitut za varstvo okolja, Maribor, p. 17-24.
- Geodetski zavod SRS, Oddelek za kartografijo (1981):** Pregledna karta občine Ilirska Bistrica, Ljubljana.
- Habič, P. (1984):** Vodna gladina v Notranjskem in Primorskem krasu Slovenije. Acta carsologica, 13, 37-78.
- Hidrometeorološki zavod RS (1999):** MOP, Agencija RS za okolje. Interni podatki.
- Juren, A. & P. Krivic (1989):** Strokovne podlage za zavarovanje vodnih virov in vodnih zalog kot osnova za sprejem odloka za zaščito vodnega vira Bistrice (Ilirska Bistrica). Geološki zavod Ljubljana, TOZD geologija, geotehnika in geofizika, Ljubljana, 8 str.
- Kolbezen, M. & J. Pristov (1998):** Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. MOP-Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana, 98 str.
- Kovačič, G. (2001a):** Okoljevarstvena problematika vodooskrbnih območij občine Ilirska Bistrica. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Ljubljana, 89 str.
- Kovačič, G. (2001b):** Pokrajinska ogroženost in ukrepi za zaščito kraškega izvira Bistrica. Annales Ser. hist. nat., 11(1), 93-104.
- Odlok o določitvi varstvenih pasov in ukrepov za zavarovanje vodnih virov, občina Ilirska Bistrica (1985):** Primorske novice, Uradne objave, 39 (29), Koper, str. 118-119.
- Petauer, D., A. Juren, P. Štucin & S. Ilovar (2002):** Strokovne podlage za zaščito vodnih virov občine Ilirska Bistrica. GEOOKO & GeoSi, Ljubljana, 66 str.
- Petrič, M. (2002):** Characteristics of recharge-discharge relations in karst aquifer. Založba ZRC, Ljubljana, 150 str.
- Placer, L. (1981):** Geološka zgradba jugozahodne Slovenije. Geologija, 24(1), 27-60.
- Pleničar, M. (1968):** Na Snežnik z očmi geologa. Planinski vestnik, 68(6), 351-353.
- Rojšek, D. (1987):** Fizičnogeografske značilnosti in naravne znamenitosti porečja Notranjske Reke. Varstvo narave, 13, 5-24.
- Rojšek, D. (1996):** Velika voda – Reka – kraška reka. Acta carsologica, 25, 193-206.
- Šebela, S. (1997):** Kamnolomi. Kras, 21, 54-55.
- Šifrer, M. (1959):** Obseg pleistocenske poledenitve na Notranjskem Snežniku. Geografski zbornik, 5, 27-83.
- Šikič, D., M. Pleničar & M. Šparica (1972):** Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Ilirska Bistrica. Zvezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- Šikič, D. & M. Pleničar (1975):** Osnovna geološka karta Jugoslavije. Tolmač za list Ilirska Bistrica. Zvezni geološki zavod Beograd, Beograd, 51 str.
- Uradni list RS (1996):** Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla. UL RS, št. 68, str. 5769-5737.
- Uradni list RS (2002):** Zakon o vodah. UL RS, št. 67, str. 7648-7680.
- Zavod za zdravstveno varstvo Koper (2000-2002):** Poročila o preskusu pitne vode. Tipkana poročila, Koper.
- Zavod za zdravstveno varstvo Maribor (1999):** Monitoring kakovosti izvirov v letu 1998. Inštitut za varstvo okolja-tehnološki center, Maribor, 21-42.
- Zupančič, B. (1995):** Klimatogeografija Slovenije, Padavine 1961-1990. MOP, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana, 366 str.