

POKRAJINSKE ZNAČILNOSTI OBMOČIJ VIROV PITNE VODE V JUGOVZHODNI LJUBLJANSKI KOTLINI

Valentina Brečko*

Izvleček

V jugovzhodni Ljubljanski kotlini je veliko vodnih virov, ki se po dinamični zalogi, načinu obnavljanja, hitrosti pretakanja, debelini in prepustnosti krovne plasti ter po kakovosti zelo razlikujejo. Razdelili smo jih v šest skupin podzemnih voda glede na primernost vodnega vira za oskrbo s pitno vodo. Za oskrbo Ljubljane je treba zagotoviti približno 1,5 m³/s pitne vode, zato bi ob onesnaženju podtalnice Ljubljanskega polja težko nadomestili. V jugovzhodni Ljubljanski kotlini imajo največjo dinamično zalogo pitne vode vodonosniki v nesprijetih sedimentih, izmed katerih smo za ocenjevanje pokrajinske občutljivosti izbrali štiri območja: sko polje in vršaj Iške kot območji sedanjih virov pitne vode ter Sorško polje in Ljubljansko barje kot območji možnih virov pitne vode. Z vrednotenjem izbranih fizičnogeografskih lastnosti okolja s podtalnicami smo ugotovili, da je vodno ekološko najmanj občutljivo Ljubljansko barje, sledita Ljubljansko in Sorško polje, najbolj občutljivo pa je okolje s podtalnico na vršaju Iške.

Ključne besede: podzemne vode, vodni viri, pitna voda, vodooskrba, pokrajinski tipi, pokrajinska občutljivost, Ljubljanska kotlina.

LANDSCAPE CHARACTERISTICS OF THE AREAS WITH DRINKING WATER RESOURCES IN THE NORTHEAST LJUBLJANA BASIN

Abstract

There are numerous water resources in the northeast Ljubljana basin which differ significantly as to their dynamic reserves, mode of resupply, baseflow speed, depth and permeability of cover layer, and quality. By suitability of these water resources for drinking water supply they are divided to six groups. It is necessary to provide about 1.5 m³/s of drinking water for the supply of Ljubljana, and in case of pollution it would be very hard to substitute for the groundwater of the Ljubljansko Polje. In the southeast Ljubljana basin, the aquifers in nonconsolidated sediments have the greatest dynamic reserves of drinking water. Selected for the assessment of landscape sensitivity were four of them: the Ljubljansko Polje and the Iška alluvial fan as the areas of current drinking-water resources, and the Sorško Polje and the Ljubljansko Barje as the areas of possible resources. It has been established through the evaluation of selected physico-geographical features of the environment with groundwater that the Ljubljansko Barje is water-ecologically least sensitive, next come the Ljubljansko Polje and the Sorško Polje, while the Iška alluvial fan is the most sensitive environment with groundwater.

Key words: Groundwaters, Water resources, Drinking water, Water supply, Landscape types, Landscape sensitivity, Ljubljana basin.

* Asistent, Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 2, Univerza v Ljubljani, 1000 Ljubljana, Slovenija.

Uvod

Najpomembnejši viri pitne vode v jugovzhodni Ljubljanski kotlini so podzemne vode v vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo, ki se nahajajo na Kranjsko-Sorškem polju, Ljubljanskem polju, na Skaručensko-Vodiškem polju in na Kamniškobistriški ravnini. Večja zaloga podzemne vode se nahaja tudi v rečnih sedimentih na Ljubljanskem barju in v vodonosnikih s kraško in razpoklinsko poroznostjo v njegovem hribovitem obrobju. V porečju srednjega toka Save in Ljubljanice je skoraj četrtina vseh dinamičnih zalog podzemnih voda v Sloveniji (Enciklopedija ..., 1997). Pokrajinske značilnosti območij s podtalnicami smo funkcijsko vrednotili glede na oskrbo s pitno vodo v Ljubljani. Ljubljana z večino primestnih naselij se oskrbuje s kakovostnim in izdatnim vodnim virom, to je podtalnico Ljubljanskega polja in z manjšo količino podtalnice z vršaja Iške. Veliko naselij na obrobju Ljubljanskega polja in Ljubljanskega barja pa se še vedno oskrbuje z zajemanjem manjših izvirov, ki pogosto niso dovolj izdatni in primerne kakovosti.

Pri spoznavanju pokrajinskih lastnosti območij s podzemnimi vodami smo se omejili na reliefne, litološke, podnebne in hidrogeografske pokrajinske dejavnike, ki so odločilni za nastanek in obnavljanje vodnih zalog ter za samočistilne sposobnosti okolja vodnih virov. Analizi pokrajinskih lastnosti jugovzhodne Ljubljanske kotline je sledilo evidentiranje vodnih virov, ki smo jih glede na primernost za oskrbo s pitno vodo, razporedili v šest pokrajinskih tipov podzemnih voda. Posamezne skupine oz. tipi se med seboj razlikujejo po dinamični zalogi in načinu obnavljanja, po hitrosti pretakanja vode, po izpostavljenosti vplivom onesnaževanja s površja in posledično tudi po kakovosti. Vodni vir, ki je predviden za oskrbo s pitno vodo mora ustrezati sprejetim merilom kakovosti (Pravilnik ..., 1997), saj priprava pitne vode oskrbo zelo podraži. Izkušnje pri oskrbovanju kažejo, da je lažje zagotoviti in nadzorovati primerne vodooskrbo z gradnjo večjih sistemov, kakršen je osrednji vodovodni sistem Ljubljane. Ti seveda zahtevajo velike količine vode in izdatne vodne vire. Pri načrtovanju oskrbe s pitno vodo je tudi pomembno, da vodni vir ni daleč od uporabnikov, saj to zmanjša stroške vzdrževanja sistema, zmanjša izgube vode zaradi nevodotesnosti cevovodov in okvar ter vpliva na kakovost vode. Zato smo pri preučevanju večjo pozornost namenili vodnim virom z veliko dinamično zalogo, ki niso onesnaženi in so čim bližje Ljubljani. Za tako izbrane vodne vire smo skušali oceniti pokrajinsko občutljivost, ki je za kakovost oskrbe s pitno vodo zelo odločilna. Jugovzhodna Ljubljanska kotlina je namreč zaradi intenzivne izrabe zemljišč in onesnaževanja okolja zelo obremenjena, zato je od samočistilnih sposobnosti okolja v veliki meri odvisno tudi onesnaženje vodnih virov.

Viri pitne vode v jugovzhodni Ljubljanski kotlini

Območje, ki ga obravnava prispevek, se po osnovni regionalizaciji Slovenije uvršča v regijo Ljubljanska kotlina oz. v enoto Srednja Ljubljanska kotlina (Gams, 1985), po

podrobnejši pokrajinskoekološki členitvi (Natek, 1995) v enoto z enakim imenom, ki je členjena v deset podenot, ter po naravnogeografski členitvi (Orožen Adamič idr., 1996) v makroregijo Dno Ljubljanske kotline in znotraj nje v eno od petih mezoregij Vzhodna Ljubljanska kotlina. Obrobje jugovzhodnega dela Ljubljanske kotline pripada več naravnogeografskim regijam Predalpskega in Dinarsko-kraškega sveta. Prvemu pripadajo Škofjeloško in Polhograjsko hribovje ter Posavsko hribovje, ki na zahodu in jugovzhodu obdajajo Ljubljansko polje, drugemu pa južno obrobje Ljubljanskega barja, ki je del mezoregije Visoke dinarske planote oz. regije Krimskega višavja.

Za vodne vire je pomembna kotlinska lega ter velike razlike v nadmorski višini razvodnih slemen in dna dolin oz. kotline, zaradi katere je intenzivno površinsko in podzemno dotekanje voda iz višje okolice. Naklon površja vpliva na hitrost odtekanja padavin, strmec površinskih tekočih voda ter na samočistilne sposobnosti okolja in voda. V jugovzhodni Ljubljanski kotlini so večje ravnine: na severu Skaručensko-Vodiško polje in Kamniškobistriška ravnina, na severozahodu Kranjsko-Sorško polje, v osredju Ljubljansko polje in na jugozahodu Ljubljansko barje. Za vzpeti svet nekarbonatnega obrobja in osamelcev so značilna strma in erozijsko razčlenjena pobočja s številnimi hudourniškimi grapami, na karbonatnih kamninah pa, poleg strmih pobočij, podzemno odtekanje padavin in kraške reliefne oblike.

Med litološkimi potezami pokrajine je za vodne vire pomemben velik obseg preputnih fluvio-glacialnih sedimentov, ki so jih v kvartarni dobi odložile Sava, Kamniška Bistrica, Gradaščica, Iška, Borovniščica, Podlipščica, Ižica in njihovi pritoki. Fluvio-glacialni prodnati in peščeni sedimenti, ki gradijo vodonosne plasti v dnu tektonskih ugreznin, so zelo porozni, kar je odločilno za nastanek velikih zalog podzemne vode. Z vidika vodnih virov so pomembne tudi karbonatne kamnine s kraško in razpoklinsko poroznostjo, ki se nahajajo predvsem na južnem in jugozahodnem obrobju Ljubljanskega barja. Na stiku z ravnino je zato veliko število močnih kraških izvirov Ljubljanice, Bistra, Ljubija, Virje, Iška, Ižica itd. Kamnine v jugovzhodni Ljubljanski kotlini, ki slabo ali pa sploh ne prepuščajo padavin, so ilovnato-glineni rečni sedimenti, ki prekrivajo prepustne sedimente na Ljubljanskem barju in dna dolin nekaterih potokov (Pšate, Glinščice, Črnuščice, Podlipščice...), ter permokarbonski skrilavi glinenci, peščenjaki in konglomerati, ki gradijo obrobje in osamelec na Ljubljanskem polju, južno in zahodno obrobje Sorškega polja, severno obrobje Skaručenskega polja ter severno in vzhodno obrobje Ljubljanskega barja (Osnovna geološka karta 1 : 100.000, 1974 in 1983).

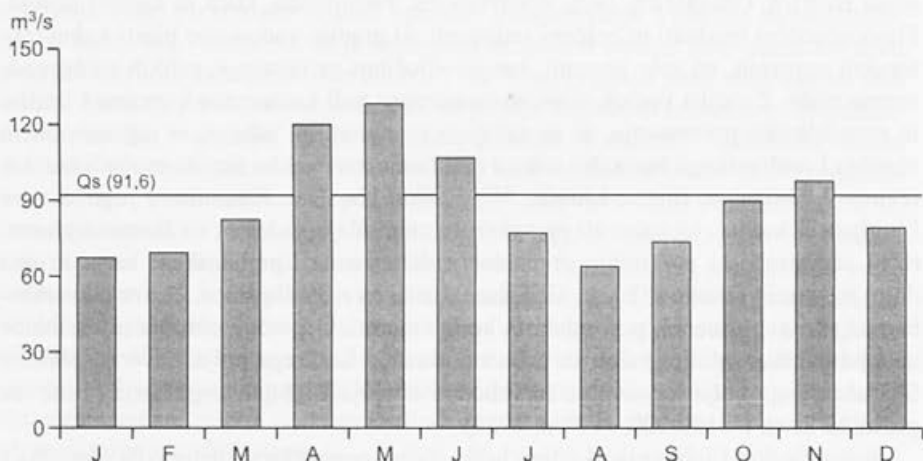
Jugovzhodno Ljubljansko kotlino lahko hidrogeografsko razdelimo na območja s prevladujočim površinskim in prevladujočim podzemnim odtokom padavin. Rečna mreža je razmeroma gosta na Ljubljanskem barju z Ljubljanico in z njenimi številnimi pritoki, ki tečejo po reguliranih strugah oz. kanalih, ter v obrobem hribovju iz permokarbonskih kamnin z občasnimi in stalnimi potoki. Na Ljubljanskem, Kranjsko-Sorškem in Skaručensko-Vodiškem polju ter Kamniškobistriški ravnini je gostota rečne mreže majhna, površinsko tekoče vode pa so hidrološko povezane s

podtalnicami ali imajo neprepustno strugo. Padavine podzemno odteka tudi na hribovitem obrobju kotline, ki ga gradijo prepustne karbonatne kamnine.

Največje površinsko tekoče vode v jugovzhodni Ljubljanski kotlini so Sava, Ljubljanica, Sora in Kamniška Bistrica. Za obnavljanje zalog podtalnic je najbolj pomembna Sava, ki prispeva približno polovico dinamičnih zalog podtalnic na Sorškem in Ljubljanskem polju. Kamniška Bistrica je pomembna za obnavljanje zalog podtalnice na Kamniškobistiški ravnini, Ljubljanica in Sora pa podtalnic ne obnavljata. Porečje Save obsega velik del severozahodne Slovenije in meri nad vodomerno postajo Šentjakob več kot 2000 km². V jugovzhodni Ljubljanski kotlini teče Sava po svoji lastni nasutini, prepojeni s podtalnico, in dobi le šest večjih pritokov. Pri Kranju se vanjo izlije Kokra, pri Medvodah Sora, na Ljubljanskem polju pa dobi z desne strani porečja Gameljščico, Črnušnico in Kamniško Bistrico ter z leve Ljubljanico, ki se ji prav tako kot Kamniška Bistrica pridruži šele na skrajnem vzhodnem delu Ljubljanskega polja. Povprečni letni pretok Save v tridesetletnem obdobju (1961–1990) je v Šentjakobu 91,6 m³/s, srednji veliki pretok 902 m³/s in srednji mali pretok 29,4 m³/s (Hidrološki ..., 1996). Največji srednji mesečni pretoki so v pomladnih mesecih z viškom v maju in najmanjši v poletnih mesecih z nižkom v avgustu (slika 1). Specifični odtok Save na vodomerni postaji v Šentjakobu je 40,3 l/s/km², skupni letni odtok pa 2888,7 mio m³.

Slika 1: Srednji mesečni pretoki Save v Šentjakobu v obdobju 1967–1986.

Fig. 1: Mean monthly discharges of the Sava at Šentjakob in the 1967–1986 period.



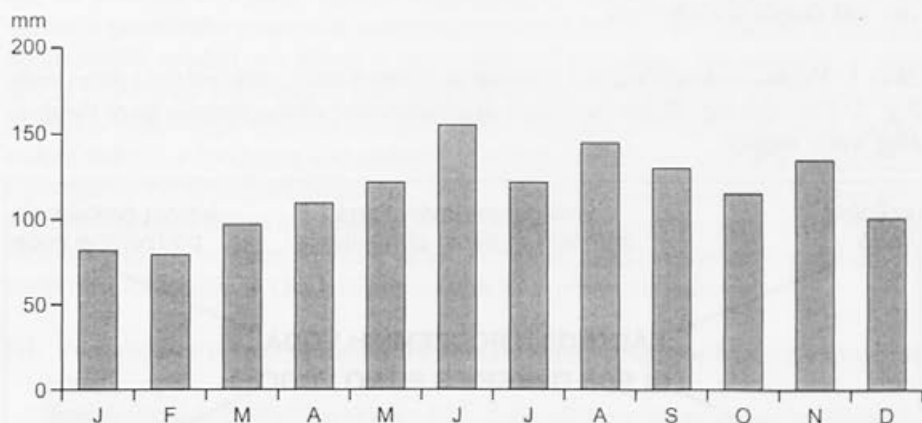
Vir: Hidrološki godišnjak, 1967–1986.

Podnebje jugovzhodne Ljubljanske kotline najpomembneje določata dva dejavnika, to sta njena zemljepisna lega v osrednji Sloveniji in njena kotlinska lega. Jugovzhodna Ljubljanska kotlina ima zmernocelinsko podnebje osrednje Slovenije s subkon-

tinentalnim padavinskim režimom in letno količino padavin od 1000 do 1300 mm (Ogrin, 1996) ter za vodne vire zelo pomembno lastnost, to je vlažnost (Gams, 1996).

Slika 2: Padavine v Ljubljani v obdobju 1961–1990.

Fig. 2: Precipitation in Ljubljana in the 1961–1990 period.



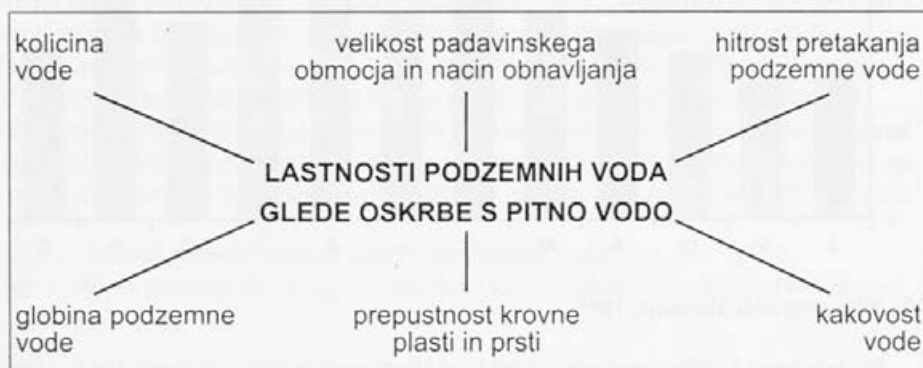
Vir: Klimatografija Slovenije, 1995.

Srednja letna količina padavin v Ljubljani (Bežigrad) je bila v obdobju 1961–1990 1394 mm, največ padavin pa je v juniju (155,1 mm), avgustu (144,5 mm) ter v novembru (135,4 mm). Ljubljana ima v dolgoletnem povprečju 158 deževnih dni in 61 dni s snežno odejo (Klimatografija ..., 1995). Za vodne vire je poleg količine in razporeditve padavin pomembno izhlapevanje, ki vpliva na površinski odtok vode, na vodoprepustnih površinah pa na njeno prenikanje v podtalje. Izhlapevanje je bilo ocenjeno na podlagi opazovanj v Klečah leta 1979 in ugotovljeno je bilo, da več kot polovica padavin izhlapi (Brilly, 1988), česar pa talna vodna bilanca Ljubljanskega polja ni pokazala (Gams, 1986). Glede na kratko dobo opazovanja so prve ugotovitve manj zanesljive. V talni vodni bilanci Ljubljanskega polja je bila letna potencialna evapotranspiracija ocenjena na 633 mm, to je 43,7 %, odtok pa na 815 mm oz. 56,3 % (Gams, 1986). Največje razlike med padavinami in odtokom so v juliju in avgustu, kar kaže tudi zniževanje vodostajev podtalnic in izdatnosti izvirov konec poletja in v jeseni. V zimskem obdobju leta se dinamične zaloge vodonosnikov zmanjšajo zaradi majhne količine padavin in njihovega zadrževanja v snežni odeji, s pomladnimi padavinami se obnovijo in običajno v začetku poletja dosežejo srednje letno stanje. Poleti večina padavin izhlapi, pretoki vodotokov so nizki in prenikanje v podtalje je zelo majhno, zato se dinamične zaloge spet zmanjšujejo. Obnovijo jih šele jesenske padavine in v začetku zime dosežejo v globokih vodonosnikih svoje najvišje stanje (Pristov, 1994).

Skupine podzemnih voda v jugovzhodni Ljubljanski kotlini in njihove značilnosti

Na podlagi izbranih hidrogeografskih lastnosti podzemnih voda glede oskrbe s pitno vodo, ki so navedeni na sliki 3, smo v jugovzhodni Ljubljanski kotlini oblikovali šest skupin vodnih virov.

Slika 3: Najpomembnejši kazalci lastnosti podzemnih voda glede oskrbe s pitno vodo. Fig. 3: The most significant indicators of groundwater characteristics as to the drinking water supply.



Zasnova: V. Brečko.

I. Podtalnice v dobro prepustnih sedimentih pod prepustno vrhno plastjo.

V to skupino so uvrščene podtalnice Ljubljanskega, Kranjskega, Sorškega, Skaručensko-Vodiškega polja ter Kamniškobistriške ravnine. Pri prvih treh dinamične zaloge podtalnic presegajo 3 m³/s, obnavljajo se z neposrednim prenikanjem padavin, s prenikanjem savske vode, na Kranjskem polju tudi s Kokro ter s prenikanjem iz obrobja vodonosnikov. Padavinska zaledja so obsežna, tok podtalnic skozi prepustne sedimente vodonosnikov je hiter, gladine podtalnic so večinoma od 10 do 30 m pod površjem, ki pa je dobro prepustno. Kljub nekaterim snovem, ki kažejo na onesnaženost, so to podtalnice najboljše kakovosti v Sloveniji in zelo primerne za oskrbo s pitno vodo. Na Skaručensko-Vodiškem polju in na Kamniškobistriški ravnini sta dinamični zalogi podtalnic pod 1 m³/s, gladini manj kot 10 m pod površjem, za obnavljanje podtalnic pa so, poleg prenikanja padavin, na Skaručenskem polju pomembni podzemni dotoki z obrobja in Kamniškobistriški ravnini prenikanje rečne vode. Obe podtalnici deloma pokriva slabo prepustna krovna plast in pedološka odeja. Kakovost podtalnice Skaručenskega polja je dobra, podtalnica Kamniškobistriške ravnine pa je onesnažena (Kakovost ..., 1997).

II. Podtalnice v dobro prepustnih sedimentih pod neprepustno vrhnjo plastjo.

To skupino predstavlja podtalnica Ljubljanskega barja, ki je pomanjkljivo raziskana. Nahaja se v prodnih sedimentih, ki so jih odložile Iška, Želimeljščica, Gradaščica, Borovniščica in Podliščica in je na površini v celoti prekrita z barjanskimi neprepustnimi sedimenti. Ti se nahajajo tudi med vodonosnimi sedimenti in jih ločijo v dve ali ponekod več plasti. Zgornji vodonosnik se obnavlja z dotokom padavin na območju površinsko prepustnih sedimentov naštetih rek in s prenikanjem iz obrobja vodonosnika, spodnji pa z dotoki iz razpoklinskega in kraškega vodonosnika, ki sega skoraj pod celotni jugovzhodni del barjanske kotanje in je povezan z vodonosnikom Krmsko-Mokriškega hribovja (Mencej, 1983). Podtalnica je pod arteškim oz. subarteškim tlakom, v spodnjem vodonosniku je zelo dobre kakovosti in jo je neposredno s površja skoraj nemogoče onesnažiti, voda v zgornjem vodonosniku pa vsebuje preveč raztopljenega železa in brez priprave ni primerna za oskrbo s pitno vodo. Podtalnica se skozi krovno plast drenira v jarke in strugo Ljubljanice, del pa je skozi prodni zasip med Rožnikom in Gradom priteka tudi na Ljubljansko polje.

III. Podtalnice v rečnih sedimentih z menjavanjem prepustnih in neprepustnih plasti.

Sem se uvrščajo podtalnice vršajev Iške, Želimeljščice, Borovniščice in Gradaščice, ki so v primerjavi s podtalnicami prve in druge skupine količinsko skromnejše (pod $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$). Med njimi ima večjo dinamično zalogo le podtalnica vršaja Iške (nad $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$), ki je zaradi vodooskrbnega pomena tudi najbolj raziskana. Podtalnice v rečnih vršajih na južnem obrobju Ljubljanskega barja se obnavljajo pretežno s podzemnimi dotoki iz obsežnega kraškega zaledja in, z izjemo vršaja Iške, v manjši meri s prenikanjem površinskih voda. Imajo subarteški tlak in se nahajajo v več plasteh med neprepustnimi sloji sedimentov. Podtalnici v zgornjih vodonosnikih na vršajih Želimeljščice in Borovniščice vsebujejo preveč raztopljenega železa, v spodnjih pa je voda dobre kakovosti. V vodarni Brezova noga na vršaju Želimeljščice, iz katere se s pitno vodo oskrbuje Pijava Gorica, Draga in Kremenica, zato črpajo podtalnico spodnjega vodonosnika in prav tako v vodarni na vršaju Borovniščice, ki oskrbuje Borovnico in nekatera bližnja naselja (Analiza ..., 1995). Na vršaju Iške se podtalnica nahaja 5 m pod prepustno krovno plastjo in je zelo izpostavljena vplivom onesnaževanja okolja, v spodnji vodonosni plasti pa je pod subarteškim tlakom in zavarovana z neprepustno plastjo sedimentov. Podtalnica na vršaju Gradaščice, ki je bila raziskana pri Šujici, ima dinamično zalogo približno $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ in se nahaja v globini do 3 m. Obnavlja se večinoma s penikajočo vodo Gradaščice in zaradi slabo prepustne vrhnje plasti v manjši meri z neposrednimi padavinami (Analiza ..., 1995).

IV. Podzemne vode v kraških in razpoklinskih vodonosnikih v karbonatnih kamninah.

To so vodni viri, ki se nahajajo predvsem na južnem in jugozahodnem obrobju Ljubljanskega barja, nekaj pa jih je tudi na južnem obrobju Sorškega polja, na ob-

robju Skaručensko-Vodiškega polja in Rašiškega hribovja (Močila, Severjev studenec itd.), v Kučji dolini nad Podutikom in drugod. Podzemne vode v dobro prepustnih kamninah s kraško razpoklinsko poroznostjo in kavernožnostjo (različni apnenici, skladovit dolomit, menjavanje apnenca in dolomita) se razlikujejo od tistih v srednje in slabo prepustnih kamninah z razpoklinsko poroznostjo (različni dolomiti). Na splošno je podzemna voda zelo globoko, izviri imajo obsežno povirje, razpokanost in prepustnost kamnine pa pogojujeta hitrost prenikanja padavin do izvirov. Izdatnost izvirov v apnenčastih kamninah je pogosto večja kot v razpokanem dolomitu, kjer ne presega 5 l/s, predvsem pa se izdatnost zelo spreminja ob obilnejših padavinah. Podzemne vode se hitreje pretakajo v kraških kamninah, zato so samočistilne sposobnosti manjše in je voda pogosteje onesnažena kot v razpokanem dolomitu. Pomembnejša zajetja kraških izvirov so: Virje pri Jezeru, Strojareček, Rakitna, Gornji Ig, Ig – Studenec, zajetje za Velike Lašče idr. na južnem obrobju Ljubljanskega barja, za Dobrovo, Gabrje, Šujico, Horjul, Žazar na njegovem severnem obrobju, zajetja izvirov v razpokanem dolomitu pa oskrbujejo Želumlje, Klado, Orle, Dole pri Škofljici itd. (Novak, 1995).

V. Podzemne vode v prepustnih preperelih nekarbonatnih kamninah.

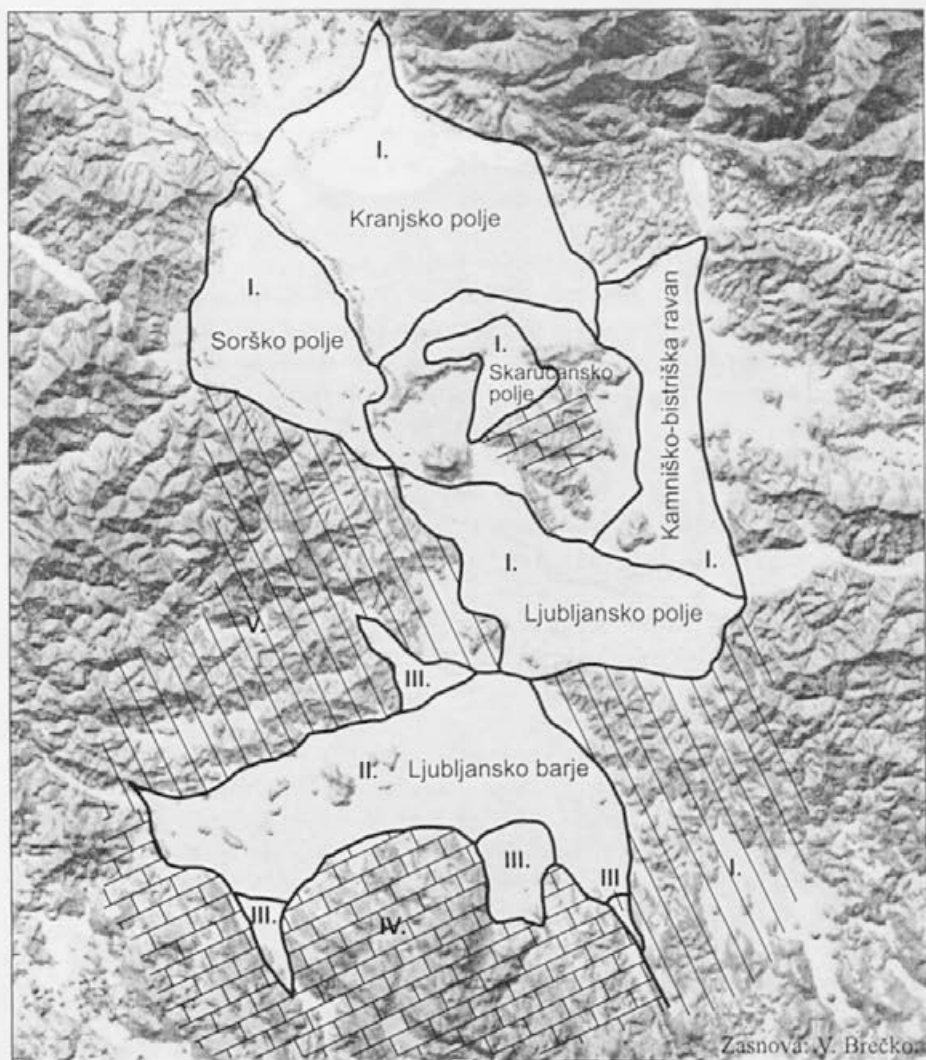
V to skupino uvrščamo izvire podzemne vode na obrobju in osamelcih jugovzhodne Ljubljanske kotline. Pojavljajo se na Šišenskem, Šentviškem in Straškem hribu, največ pa jih je na južnem obrobju Ljubljanskega polja, severnem obrobju Ljubljanskega barja, na pobočjih Golovca in v Trebeljevskem hribovju. Številni izviri so v hudourniških grapah blizu razvodnic, zato imajo majhna povirja, količinsko ne presegajo 0,5 l/s in v suši pogosto presahnejo. Vzrok majhni izdatnosti izvirov je tudi majhna debelina za vodo prepustne preperete plasti skrilavca in peščenjaka nad nepreperelo in neprepustno podlago. Podzemna voda je večinoma plitvo pod površjem, se hitro pretaka in je zaradi onesnaževanja površja pogosto neprimerna za oskrbo s pitno vodo. Iz zajetij podzemne vode v preperelem permokarbonskem skrilavcu in peščenjaku se oskrbujejo naselja: Bizovik, Podlipoglav, Besnica, Brezovica pri Ljubljani, Podsmreka, Žlebe, Topol itd. (Novak, 1995).

VI. Podzemne vode v rečnih sedimentih in pobočnem grušču z različno prepustnostjo.

To skupino predstavljajo podzemne vode v odloženem grušču občasnih in stalnih potokov, ki zbirajo padavine z neprepustnih kamnin na obrobju jugovzhodne Ljubljanske kotline ter v grušču ob vznožju pobočij. Pogosto se nahajajo skupaj z vodnimi viri, uvrščenimi v peto skupino. Količine podzemne vode so zelo skromne in močno odvisne od prenikanja vode iz potokov oz. neposrednega prenikanja padavin. Podzemne vode prekriva tanka krovna plast in so zelo izpostavljene onesnaževanju s površja. Te vrste zajetja so v dolinah Vašenskega potoka in potoka Prešnice pri Medvodah, Zakonjščice v Žlebeh, Drobotinke pri Brezovici itd. (Novak, 1995).

Slika 4: Skupine podzemnih voda v jugovzhodni Ljubljanski kotlini.

Fig. 4: The groups of groundwaters in the southeast Ljubljana basin.



- I. – Podtalnice v dobro prepustnih sedimentih pod prepustno vrhno plastjo,
 II. – podtalnice v dobro prepustnih sedimentih pod neprepustno vrhno plastjo
 III. – podtalnice v rečnih sedimentih z menjavanjem prepustnih in neprepustnih plasti,
 IV. – podzemne vode v kraških ter razpoklinskih vodonosnikih v karbonatnih kamninah,
 V. – podzemne vode v prepustnih preperelih nekarbonatnih kamninah, ter podzemne vode v rečnih sedimentih in pobočnem grušču z različno prepustnostjo.

Zadnji dve skupini sta prikazani skupaj, ker se pojavljata na istih območjih.

Ljubljana z bližnjimi naselji potrebuje veliko količino kakovostne pitne vode, zato so količinsko skromni vodni viri v prepustnih preperelih nekarbonatnih kamninah (V. skupina) ter v rečnih sedimentih in pobočnem grušču z različno prepustnostjo (VI. skupina), ki so pogosto onesnaženi, neprimerni za njeno oskrbo. Podzemne vode v kraških in razpoklinskih vodonosnikih (IV. skupina) imajo različno dinamično zalogo z velikimi nihanji med letom in so pogosto onesnažene. Najbolj izdatni kraški izviri Ljubljanice, Bistre in Ljubije so zaradi stalne onesnaženosti neprimerni za oskrbo s pitno vodo (Kakovost ..., 1997). Majhna samočistilna sposobnost kraškega okolja in obsežnost pogosto le nenatančno določenega povirja pa tudi otežujeta varovanje vodnih virov. Z vidika oskrbe Ljubljane s pitno vodo so tako primerne le podtalnice v dobro prepustnih sedimentih pod prepustno vrhno plastjo (I. skupina), podtalnice v prepustnih sedimentih pod neprepustno vrhno plastjo (II. skupina) in podtalnice v rečnih sedimentih z menjavanjem prepustnih in neprepustnih plasti (III. skupina). Za izbrana območja s podtalnicami smo s pomočjo kazalcev količinske in kakovostne analize okolja, povzetih po metodologiji študije ranljivosti okolja (Študija ..., 1996), ocenili pokrajinsko občutljivost.

Pokrajinska občutljivost območij najpomembnejših vodnih virov v jugovzhodni Ljubljanski kotlini

Ocena pokrajinske občutljivosti območij podtalnic je po metodologiji študije ranljivosti rezultat količinske in kakovostne analize fizičnogeografskih dejavnikov okolja, ki obsega naslednje kazalce: dinamična zaloga, globina do gladine podtalnice, lastnosti dotokov in toka podtalnice, prepustnost krovne plasti vodonosnika, debelina in prepustnost prsti ter poraslost površja. Pokrajinsko občutljivost razumemo kot odzivnost okolja s podtalnico na človekove posege in onesnaževanje. Odvisna je od pokrajinskih lastnosti oz. naravnih dejavnikov okolja. Pove nam, kakšne so sposobnosti zmanjšanja negativnih vplivov oz. nevtralizacije in kakšne so sposobnosti za obnavljanje naravnega stanja oz. količinskega in kakovostnega regeneriranja. Ker vsi kazalci, opredeljeni s štirimi razredi, niso enako pomembni za posamezne sposobnosti, imajo pri ocenjevanju različno težo (ponder), seštevek točk pa da dve oceni, ki sestavljata skupno oceno pokrajinske občutljivosti (Brečko, 1998).

Pokrajinsko občutljivost smo ocenili za območji vodnih virov, ki že oskrbujejo Ljubljano: Ljubljansko polje in vršaj Iške, ter za območji možnih nadomestnih ali dodatnih vodnih virov, ki smo jih izbrali glede na dinamično zalogo in oddaljenost od uporabnikov: Ljubljansko barje in Sorško polje.

Iz preglednice je razvidno, da je poleg podtalnice Ljubljanskega polja količinsko najpomembnejša podtalnica Sorškega polja z izdatnostjo nad 3 m³/s (Breznik, 1988). Na Iškem vršaju je dinamična zaloga podtalnice ocenjena na približno 0,5 m³/s (Analiza ..., 1995), za vzhodni del Ljubljanskega barja pa ni znana in, glede na veliko debelino vodonosnih sedimentov ter obsežno padavinsko zaledje, le predvidevamo

	Ljubljansko polje	Sorško polje	Ljubljansko barje	Vršaj Iške
Dinamična zaloga	nad 3 m ³ /s	nad 3 m ³ /s	ni ocene	nad 0,5 m ³ /s**
Obnavljanje zalog in tok	hitro	hitro	zelo počasno	hitro (počasno)*
Globina do gladine podtal.	15–30 m	15–30 m	arteška, (subarteška)*	4 m (subarteška)*
Prepustnost krovne plasti	prepustna	prepustna	neprepustna (neprepustna)*	prepustna (neprepustna)*
Prepustnost in debelina prsti	prepustna srednje globoka do globoka	prepustna srednje globoka do globoka	neprepustna oglejena in šotna	prepustna srednje globoka
Pokrajinska občutljivost	ZMERNÁ	ZMERNÁ	MAJHNA	VELIKA

* Prvo navedena lastnost velja za zgornji vodonosnik, drugo navedena pa za spodnji vodonosnik.

** Upoštevana je skupna količina in ne količina v posameznem vodonosniku.

njeno veliko dinamično zalogo. Na Ljubljanskem in Sorškem polju je za obnavljanje vodnih zalog pomembno prenikanje padavin nad območjem s podtalnico in prenikanje vode iz Save, kar pa zaradi onesnaženosti reke za kakovost podtalnice ni ugodno oz. pomeni nevarnost tudi za njeno onesnaženje. Sava je bila pri Prebačevem v letu 1995 v 2.–3. kakovostnem razredu, leta 1993 v 3. razredu in leta 1992, ko je bila od leta 1989 najslabše kakovosti, v 3.–4. razredu. Na Ljubljansko polje priteče Sava v 2.–3. kakovostnem razredu, leta 1990 je bila v 3. in leta 1991 v 3.–4. kakovostnem razredu (Kakovost ..., 1997). K obnavljanju zalog podtalnice na Ljubljanskem polju prispeva Sava 50 % vode, prenikanje padavin dobrih 40 % in ostalo dotoki iz obrobja, kjer je podtalnica v stiku z razpoklinskimi ali medzrnskimi vodonosniki sosednjih območij (Brilly, 1988). Podtalnica teče od SZ proti JV, se nižje od Šentjakoba drenira v strugo Save, ob visokem stanju pa tudi izvira v vzhodnem delu Ljubljanskega polja in površinsko odteka v Ljubljanico. Slednja zaradi neprepustnosti struge preprečuje dreniranje podtalnice. Podtalnica Sorškega polja se v glavnem obnavlja s Savo in s padavinami, v manjši meri pa z dotoki podtalnice s Kranjskega polja ter iz zahodnega obrobja. Teče v jugovzhodni smeri in se v številnih izviri na levem bregu Sore, pod Retečami, Senico in Ladjo, ter na desnem bregu Save, med Mavčičami in Podrečo, drenira v reko. Obnavljanje zalog in pretakanje obeh podtalnic je hitro. V vzhodnem delu Ljubljanskega barja zalogo podtalnice v zgornjem vodonosniku obnavljajo podzemni dotoki z vršajev Iške in Gradaščice, v spodnjem vodonosniku pa podzemni dotoki iz kraškega in razpoklinskega vodonosnika na obrobju in v dnu barjanske kotline. Obnavljanje je počasno, kar so potrdili tudi rezultati analiz radioaktivnosti (Breznik, 1975). Na Iškem vršaju se podtalnica v zgornjem vodonosniku obnavlja večinoma s prenikanjem padavin in Iške, nekaj tudi z dotoki iz obrobja. Teče proti severu, kjer na stiku z neprepustnimi barjanskimi sedimenti izteka

na površje v več izvirih: Retje, Bršnik, Zalarški graben, Peščenek idr. Podtalnica v spodnjem vodonosniku se obnavlja s podzemnimi dotoki iz razpoklinkega in kraškega vodonosnika Krimsko-Mokriškega hribovja v povirju Ižice. Hitrosti toka podtalnice so odvisne od prepustnosti vodonosnika in gradienta podzemnega toka, spreminjajo pa se tudi ob različnih stanjih. Srednja hitrost podtalnice na Ljubljanskem polju je ocenjena na približno 50 m/dan, pri nizkem stanju 30 m/dan in pri visokem do 200 m/dan (Analiza ..., 1995). Na Sorškem polju so ob polnjenju akumulacije HE Mavčiče ocenili hitrost toka na približno 100 m/dan (Breznik, 1988). Za podtalnici na Ljubljanskem barju pa nimamo podatkov o hitrosti toka, zato glede na prepustnost sedimentov le predvidevamo, da je hitrost toka podtalnice v zgornjem vodonosniku na vršaju Iške podobna navedenima, v spodnjem vodonosniku in v vzhodnem delu Ljubljanskega barja pa veliko počasnejša.

Gladina podtalnice je v zahodnem in osrednjem delu Ljubljanskega polja od 20 do 30 m pod površjem, v vzhodnem delu pod 15 m in na levem bregu Save pod 10 m. Na Sorškem polju se je z zaježitvijo Save gladina podtalnice dvignila v večjem delu za približno 5 m, v obrežnem delu akumulacije pa od 6 do 10 m in se zdaj nahaja večinoma od 15 do 30 m globoko (Breznik, 1988, Hidrološki ..., 1996). Na vršaju Iške je gladina podtalnice zgornjega vodonosnika v globini 4 m, gladina spodnjega je pod subarteškim tlakom in je v povprečju 3 do 5 m nižja od gladine v zgornjem vodonosniku. V osrednjem delu Ljubljanskega barja je podtalnica zgornjega vodonosnika pod arteškim tlakom in njena gladina sega od 0,5 m (Cormovec) do 2 m (Črna vas) nad površje, podtalnica spodnjega vodonosnika pa je pod subarteškim tlakom v globini približno 10 m (Mencej, 1990). Na večjem delu Ljubljanskega in Sorškega polja je nad podtalnico dobro prepustna plast pleistocenskega in holocenskega proda, deloma sprijetega v konglomerat. Na obrobju in ponekod med prepustnimi sedimenti pa se pojavljajo tudi plasti glinene prepereline, ki je za padavine slabo prepustna. Na Ljubljanskem polju je prepustnost krovne plasti v srednjem delu ocenjena s koeficienti od $1,0 \times 10^{-2}$ m/s do $8,6 \times 10^{-3}$ m/s in na obrobju s koeficienti do 5×10^{-4} m/s (Analiza ..., 1995). Podtalnico na Ljubljanskem barju v celoti prekriva neprepustna glinena plast (koeficienti pod $1,0 \times 10^{-9}$ m/s), na vršaju Iške pa nad zgornjim vodonosnikom prevladujejo prepustni peščeno-prodnati sedimenti, ki proti severu potonejo pod neprepustne barjanske, spodnji vodonosnik pa prekriva neprepustna glinena plast. Na Ljubljanskem polju prevladuje prepustna srednje globoka do globoka prst na produ in ob Savi obrečna, slabo razvita plitva prst na karbonatnem aluviju z drevesnim in grmovnim rastjem. Tretjina površja je pozidana, polovica pa namenjena kmetijstvu. Na Sorškem polju prevladuje prepustna srednje globoka do globoka prst na produ, na manjšem delu rjava prst na glineno-ilovnatih sedimentih, ob Sori in Savi pa obrečne prsti. V srednjem in vzhodnem delu je na kislih prsteh več gozda (Velika Dobrava pri Godešiču, Smrekova Dobrava), ob vodotokih grmovnega rastja, drugod pa prevladujejo kmetijske površine. Na vršaju Iške je prevladujoča prepustna srednje globoka rjava prst na karbonatnem produ, ki je večinoma kmetijsko izrabljena, v vzhodnem delu Ljubljanskega barja pa slabo prepustne oglejene prsti in šotne prsti,

nastale na neprepustnih glinenih sedimentih. Pokrivajo jih večinoma travniki z drevesnim in grmovnim hidrofilnim rastjem ter nasadi hitro rastočih drevesnih vrst (Pedološka karta Ljubljana, 1985 in Ljubljana 3, 1966; Vodnogospodarske osnove, 1978).

Območja najpomembnejših vodnih virov v jugovzhodni Ljubljanski kotlini se po pokrajinski občutljivosti precej razlikujejo. Vodnoekološko najmanj občutljivo je okolje s podtalnico na Ljubljanskem barju, nekoliko bolj na Ljubljanskem in Sorškem polju ter najbolj na vršaju Iške. Majhna občutljivost okolja s podtalnico na Ljubljanskem barju je rezultat neprepustne krovne plasti in arteškega tlaka podtalnice, ki preprečujeta dostop onesnaževanju s površja, zmerna pokrajinska občutljivost Ljubljanskega in Sorškega polja je pogojena z veliko dinamično zalogo obeh vodonosnikov, hitrim obnavljanjem in tokom podtalnice, ki zmanjšujejo "negativni" vpliv prepustnosti krovne plasti in prsti. K zmanjševanju vpliva onesnaževanja okolja pa prispeva tudi velika globina oz. debelina krovne plasti. Na vršaju Iške je občutljivost okolja s podtalnico pri zgornjem vodonosniku ocenjena kot velika zaradi prepustne krovne plasti, plitvosti podtalnice in majhne dinamične zaloge, pri spodnjem vodonosniku pa je zaradi neprepustne krovne plasti in subarteškega tlaka podtalnice ocenjena kot majhna.

Sklep

Med vodnimi viri v jugovzhodni Ljubljanski kotlini so za oskrbo Ljubljane primerne podtalnice z veliko dinamično zalogo vode, ki so neonesnažene, razmeroma blizu uporabnikom in ki niso pokrajinsko zelo občutljive. Oskrba s pitno vodo je sedaj skoraj povsem odvisna od podtalnice Ljubljanskega polja, ki je za onesnaževanje okolja zmerno občutljiva, okolje, v katerem se nahaja, pa je zaradi intenzivne urbanizacije in kmetijstva pokrajinsko zelo obremenjeno. Desetina potrebne vode je pridobljena iz podtalnice zgornjega vodonosnika na vršaju Iške, ki je s svojo manjšo dinamično zalogo lahko le dodatni vodni vir za oskrbo Ljubljane. Pokrajinska občutljivost območja s podtalnico je velika, raba zemljišč pa kmetijsko intenzivna. Načrpano podtalnico zaradi izpostavljenosti vplivom onesnaževanja s površja in verjetnosti bakteriološkega onesnaženja v dolgem cevovodu od črpališča do uporabnikov redno razkužujejo s klorom (interno gradivo J. P. Vodovod – Kanalizacija).

Območje s podtalnico v vzhodnem delu Ljubljanskega barja je pokrajinsko manj občutljivo in manj obremenjeno z onesnaževanjem, zato bi lahko bila podtalnica primeren (nadomestni ali dodatni) vodni vir. Pri načrtovanju uporabe zalog podzemne vode bo treba ugotoviti posledice črpanja. Nekateri raziskovalci namreč predvidevajo intenzivnejše ugrezanje površja, kar bi upočasnilo odtekanje padavin, povečalo poplavnost in vlažnost prsti ter povzročilo izgubo kmetijskih površin. V kolikor predvidevanja niso pravilna, bi z izkoriščanjem podtalnice lahko zagotovili oskrbo s pitno vodo prebivalcem na širšem območju Ljubljanskega barja, ki se zdaj oskrbujejo iz številnih zajetij kraških in drugih virov, ter prebivalcem Ljubljane v primeru one-

snaženja podtalnice Ljubljanskega polja. Ljubljano bi s pitno vodo lahko oskrbovala tudi podtalnica Sorškega polja, kjer velika količina podtalnice še ni izrabljena. Po naši oceni je s sedanjim črpanjem pri Svetju za oskrbo Medvod, pri Godešiču za Škofjo Loko, iz vodnjakov v Mavčičah, Mošah in Meji ter iz več industrijskih vodnjakov za Iskro, Savo, Gradis, največ pa za Tovarno papirja v Goričanah, odvzeto manj kot 2/3 njenih dinamičnih zalog. Za zavarovanje črpališč pred onesnaženjem so določili tudi varstvena območja, pri čemer ožji (drugi) varstveni pas obsega osrednji, neposeljeni del polja, širši (tretji) varstveni pas pa celotno območje med Savo, Kranjem, Godešičem in Jeprco (Breznik, 1988). Sorško polje je zaradi naravnih lastnosti okolja s podtalnico enako občutljivo kot Ljubljansko polje in obremenjevanje, ki ga povzročata kmetijstvo in urbanizacija, že presega njegove samočistilne sposobnosti. Iz onesnaženosti podtalnice je razvidno, da je na Sorškem polju okolje zaradi odpadnih vod in uporabe zaščitnih sredstev zelo onesnaženo. V večini od določenih devetih mest za spremljanje kakovosti podtalnic, je bila tudi leta 1995 ugotovljena onesnaženost: v Žabnici in Godešiču so bile presežene dopustne vsebnosti nitratov, v Drulovki so ugotovili zelo visoko vsebnost mineralnih olj, navzočnost kloriranih organskih topil, PCB-jev, cinka in atrazina. Slednji je presegel določeno dopustno vsebnost za kakovost pitne vode (Kakovost ..., 1997).

Okolje s podtalnico na Ljubljanskem polju ima velike sposobnosti samočiščenja, ki še zmorejo nevtralizirati vpliv onesnaževanja okolja in kakovostno obnavljati zalogo pitne vode. Kljub številnim znanim in neznanim virom onesnaževanja je zato podtalnica za oskrbo s pitno vodo še primerne kakovosti, nekaj onesnaženj v preteklosti (izliv petroleja v Iskri v Stegnah leta 1985, krom v podtalnici po letu 1986, gašenje požara v Colorju v Medvodah in onesnaženje Save ter črpališča Jarški prod leta 1990 itd.) pa nas opozarja na njegovo vodnoekološko občutljivost. V kolikor nadaljnje obremenjevanje okolja ne bo preseglo njegovih zmogljivosti, bo podtalnica Ljubljanskega polja ostala najpomembnejši vir pitne vode za osrednji vodooskrbni sistem Ljubljane, uporaba drugih virov pitne vode v jugovzhodni Ljubljanski kotlini pa bo namenjena naseljem, ki danes nimajo zadovoljive oskrbe.

Viri in literatura

- Analiza obstoječih in novih vodnih virov za ljubljanski vodovod. 1995, Ljubljana Hydroconsulting, 47 str.
- Brečko, V., 1996: Podtalnica Ljubljanskega polja — najpomembnejši vodni vir za oskrbo Ljubljane. *Geografski vestnik*, 68, str. 203–112.
- Brečko, V., 1998: Vpliv pokrajinskoekoloških dejavnikov na vodno oskrbo Ljubljane. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 152 str.
- Breznik, M., 1975: Podtalnica Iškega vršaja. *Geologija*, 18, str. 289–309.
- Breznik, M., 1982: Novi vodni viri Ljubljane — zmanjšanje sedanjih varstvenih pasov, Ljubljana, FAGG.

- Breznik, M., 1988: Vpliv akumulacije Mavčiče na okolje in zaščita podtalnice Sorškega polja. Ljubljanski ekološki dnevi '88, 15 str.
- Enciklopedija Slovenije. Zv. 11. 1997, Ljubljana, Mladinska knjiga, str. 325–328.
- Gams, I., 1996: Geografske značilnosti Slovenije. Ljubljana, Mladinska knjiga, 182 str.
- Hidrološki godišnjak. 1969–1986, Beograd, Hidrometeorološki zavod Jugoslavije.
- Hidrološki letopis Slovenije. Letniki 1–6, 1990–1996, Ljubljana, MOP-HMZ R Slovenije.
- Kakovost voda v Sloveniji v letu 1995. 1997, Ljubljana, MOP-HMZ R Slovenije.
- Klimatografija Slovenije. Količina padavin v obdobju 1961–90. 1995, Ljubljana, MOP-HMZ R Slovenije.
- Meden, S., 1987: Ljubljansko polje. Hidrološke raziskave podtalnice (hidrološka karta). Ljubljana, Hidrometeorološki zavod R Slovenije.
- Mencej, Z., 1990: Prodni zasipi pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja. Ljubljana, Geologija 31–32, str. 517–549.
- Natek, K., 1994: Karta pokrajinskoekoloških enot R Slovenije 1 : 400.000. Ljubljana, Inštitut za geografijo.
- Novak, D., 1995: Študija vodnih virov območja ljubljanskih občin. Ljubljana, Geološki zavod Ljubljana.
- Ogrin, D., 1996: Podnebni tipi v Sloveniji. Geografski vestnik, 68, str. 39–56.
- Orožen Adamič, M., D. Perko, D. Kladnik, 1996: Priročni krajevni leksikon Slovenije. Ljubljana, DZS.
- Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000 s komentarjem, list Kranj, 1974.
- Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000 s komentarjem, list Ljubljana, 1983.
- Pedološka karta 1 : 50.000, list Ljubljana 3, 1966, Ljubljana, Biotehniška fakulteta.
- Pedološka karta 1 : 50.000 in komentar, list Ljubljana, 1985, Ljubljana, Biotehniška fakulteta.
- Perko, D., M. Orožen Adamič, 1995: Relief Slovenije. Ljubljana, ZRC SAZU, Geografski inštitut.
- Predlog poročila o stanju okolja 1995. 1996, Poročevalec, 6/1, 94 str.
- Pravilnik o zdravstveni ustreznosti pitne vode in pogojih za njeno zagotavljanje zaradi varovanja zdravja ljudi. Uradni list R Slovenije, 46/97.
- Pristov, J., 1994: Namočenos in evapotranspiracija v Sloveniji, Ujma, 8, str. 169–173.
- Vodnogospodarske osnove SR Slovenije. 1978, Ljubljana, Zveza vodnih skupnosti Slovenije.
- Žlebnik, L., 1971: Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja. Geologija, 14, str. 5–48.
- Žlebnik, L., 1975: Hidrogeološke razmere na Sorškem polju. Geologija, 18, str. 259–285.

Summary

Suitable for the supply of Ljubljana of the water resources in the southeast Ljubljana basin are only the unpolluted, not too much landscape-sensitive groundwaters with abundant dynamic water reserves located rather close to consumers. The current drinking water supply almost entirely depends on the groundwater of the Ljubljansko Polje which is moderately sensitive to environmental pollution, but the environment in which it occurs is heavily landscape-polluted due to intensive urbanisation and agriculture. One tenth of the supplied water is pumped from the upper aquifer of the Iška alluvial fan which can only be a supplementary water resource for the supply of Ljubljana due to its smaller dynamic reserve. The landscape sensitivity of the groundwater area is high, and the agricultural land use is very intensive. Due to the pollution influences from the surface, and the possibility of bacteriological pollution in the long mains from the pumping station to consumers, the pumped water is regularly chlorinated.

The groundwater area in the east Ljubljansko Polje is less landscape-sensitive and less polluted, therefore the groundwater could be a suitable (substitute or supplementary) water resource. In planning the use of groundwater reserves the possible effects of pumping must first be established. Namely, some researchers anticipate more intense sinking of the surface which would consequently slow down the precipitation runoff, increase the occurrence of floods and moisture of soil, and result in the loss of farming areas. If these anticipations are not correct, the use of this groundwater could provide the supply of drinking water for the inhabitants of the broader area of the Ljubljansko Barje which are now supplied with the water from numerous captures of karstic and non-karstic sources, and for the inhabitants of Ljubljana in case of pollution of the groundwater in the Ljubljansko Polje. Drinking water could also be supplied to Ljubljana from the groundwater of the Sorško Polje where a large amount of the groundwater has not been used so far. According to our estimations, less than two thirds of its dynamic reserves have only been withdrawn with the hitherto pumping at Svetje (supply of Medvode), near Godešič (supply of Škofja Loka), from the wells at Mavčiče, Moše and Meja, and several industrial wells for the needs of Iskra, Sava, Gradis enterprises, and the largest amount for the Pulp-and-Paper Mill at Goričane. Protection areas were determined for the protection of pumping locations against pollution. A closer (the second) protection zone comprises the central, uninhabited part of the Ljubljansko Polje, and a broader (the third) protection zone includes the entire area between the Sava, Kranj, Godešič, and Jepca (Breznik, 1988). Due to the natural features of the environment with groundwater, the Sorško Polje is just as sensitive as the Ljubljansko Polje, and the agriculture and urbanisation caused pollution has already exceeded its self-purifying capacities. It is evident from the pollution of groundwater that the Sorško Polje environment is already heavily polluted due to waste waters and pesticides. In most of the nine posts determined for the observation of the quality of groundwaters, the pollution in 1995 was established

as follows: at Žabnica and Godešič, the exceeded permitted values of nitrates; at Drulovka, very high concentrations of mineral oils and presence of chlorinated organic solvents, PCBs, zinc and atrazin. The latter even exceeded the permitted value for the drinking-water quality (Kakovost, 1997).

The environment with groundwater of the Ljubljansko Polje has great self-purifying capacities which can still neutralize the influence of environmental pollution and qualitatively resupply the reserve of drinking water. Therefore, despite the numerous known and unknown sources of pollution, the quality of groundwater is still suitable for the drinking-water supply, while some pollution cases in the past (the spill of oil at Iskra at Stegne in 1985; chromium in the groundwater after 1986; the fire extinguishing at Color at Medvode and the pollution of the Sava and the pumping station of Jarški Prod in 1990, etc.) call attention to its water-ecological sensitivity. If further environmental pollution does not exceed its capacities, the groundwater of the Ljubljansko Polje will further be the most important resource of drinking water for the central water-supply system of Ljubljana, while the use of other drinking-water resources in the southeast Ljubljana basin will serve for the supply of those settlements which nowadays lack satisfactory water supply.