

Podzemeljske vode v Kamniških in Savinjskih Alpah

Underground waters in Kamnik and Savinja Alps

Dušan Novak

Geološki zavod Ljubljana

Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko

Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

Kratka vsebina

Z barvanji na Veliki in Mali planini smo ugotovili, da se največji del tega območja odteka proti izviru Lučnice v Podvolovljeku, kjer je tudi manjša ribogojnica. Ob višjem vodnem stanju se podzemeljska voda z obrobja preliva tudi v Lučko Belo ali v izvire v Volovljeku.

Visokogorska planota Veža oziroma Dleskovška planota med Robanovim kotom, Podvolovljekom in povirjem Kamniške Bistrice se odteka v izvire nad Lučami, v Pečovski izvir in v izvire tik ob Savinji, pa tudi v neznane izvire v soteski pod Iglo. Višji deli zakraselega masiva se lahko ob visokem vodnem stanju odteka tudi v Robanov kot, Podvolovljek in proti Kamniški Bistrici.

Precej poznano je tudi povirje Kamniške Bistrice. Območje Kamniškega sedla se odteka proti izviru Savinje, območje Kokrskega sedla, Dolge njive in Kalc pa v Studence pod Mokrico.

Abstract

Dye-tracing tests in the region of the alps Velika planina and Mala planina have shown that the major part of the region drains towards the spring of the Lučnica at Podvolovljek where is also a small fish farm. As to the water level, the marginal and central parts also drain into the stream Lučka Bela or the springs at Volovljek.

Quite interesting is the high-mountain plateau Veža, a karstified territory surrounded by the valleys Robanov kot and Podvolovljek, as well as the tributary area of the stream Kamniška Bistrica. Here there is every indication of the deep run-off into the springs above Luče, the spring Pečovski izvir, the temporary springs which are close to the stream Savinja and into the unknown springs in the gorge below the rocky needle Igla. With regard to the water level, the higher parts of the massif can drain towards the valleys Robanov kot, Podvolovljek and Kamniška Bistrica.

The tributary area of the Bistrica is quite well known, too. It has been discovered that the area of the saddle Kamniško sedlo drains towards the springs of the Savinja. The territories of the saddle Kokrsko sedlo, the alps Dolge njive and Kalce drain into the spring Studenci below Mokrica.

Uvod

Vzhodni del Julijskih Alp, pravi Seidl (1907), so Kamniške ali Savinjske Alpe. Ime Kamniške Alpe, pravi isti avtor, sta uvedla v znanstveno slovstvo Hacquet in Wulfen leta 1778, leta 1875 pa je to visokogorsko skupino Frischauf poimenoval Savinjske Alpe. Kljub odporom se je to ime razširilo v nemški turistični literaturi. Seidl (1907) ima za primerno, da se uporabljata obe imeni v enaki veljavi. Melik (cf. Gregorič, 1966) je menil, da se eno ali drugo ime lahko enakovredno uporablja, saj sta obe imeni umetnega izvora.

Podzemeljske vode v Alpah so eden zadnjih pomembnih vodnih virov, primernih za oskrbo s pitno vodo. Ker je kakovost voda v Alpah prav tako že ogrožena, so bile v zadnjih letih opravljene obsežne raziskave zaledja večjih izvirov. Raziskave je izvajal Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko Geološkega zavoda Ljubljana z republiškimi in občinskimi finančnimi sredstvi.

Raziskovali smo zaledje izvirov Bistrice v Kamniški Bistrici, Pečovskega izvira pri Lučah in izvirov v Podvolovljeku. V letih od 1990 do 1994 smo opravili vrsto sledenj (tabela 1) podzemeljskih vodnih tokov, še pred tem pa smo v občinah Mozirje (Novak, 1992) in Kamnik (Novak, 1995) opravili sistematično registracijo vodnih virov in izdelali predloge za njihovo zaščito. Pri nekaterih vodnih virih, katerih zaledje je bilo obsežnejše, smo morali raziskave razširiti (Novak, 1993) (slika 1).

Analize vzorcev vode na barvila je opravil Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU iz Postojne.

V dolinah, ki se vrezujejo v Kamniške in Savinjske Alpe, so izdatni izviri, katerih večina je že zajeta za oskrbo s pitno vodo. To so dolina Kamniške Bistrice s povirjem Bistrice, Dolskim potokom, Konjskim potokom, dolina Črne, Volovljek, Podvolovljek, Robanov kot in Logarska dolina ter seveda dolina Savinje nad Lučami. Na zahodni strani pa se pod Krvavec zajeda dolina Reke.

Geološka zgradba

Geološka zgradba obravnavanega ozemlja je prikazana na Osnovni geološki karti in merilu 1:100000, listov Ljubljana in Ravne na Koroškem (Premru, 1983; Mioč et al., 1983).

Ozemlje sestavljajo različne kamnine raznih starosti (Premru, 1975). Okoli Jezerskega nahajamo devonski apnenec, na njem karbonski skrilavec in kremenov peščenjak. Vmes so vložene pole apnenca. Tu zasledimo tudi permski peščenjak. Spodnjetriasni so apnenec, lapor, laporni dolomit, peščenjak in podobno. V srednjem triasu prevladujeta dolomit in apnenec. Ploščasti apnenec, apnenec z rožencem, vulkanski pepel, keratofir, porfir in diabaz pa so pogostnejši v južnem in vzhodnem delu Kamniških in Savinjskih Alp in v predgorju.

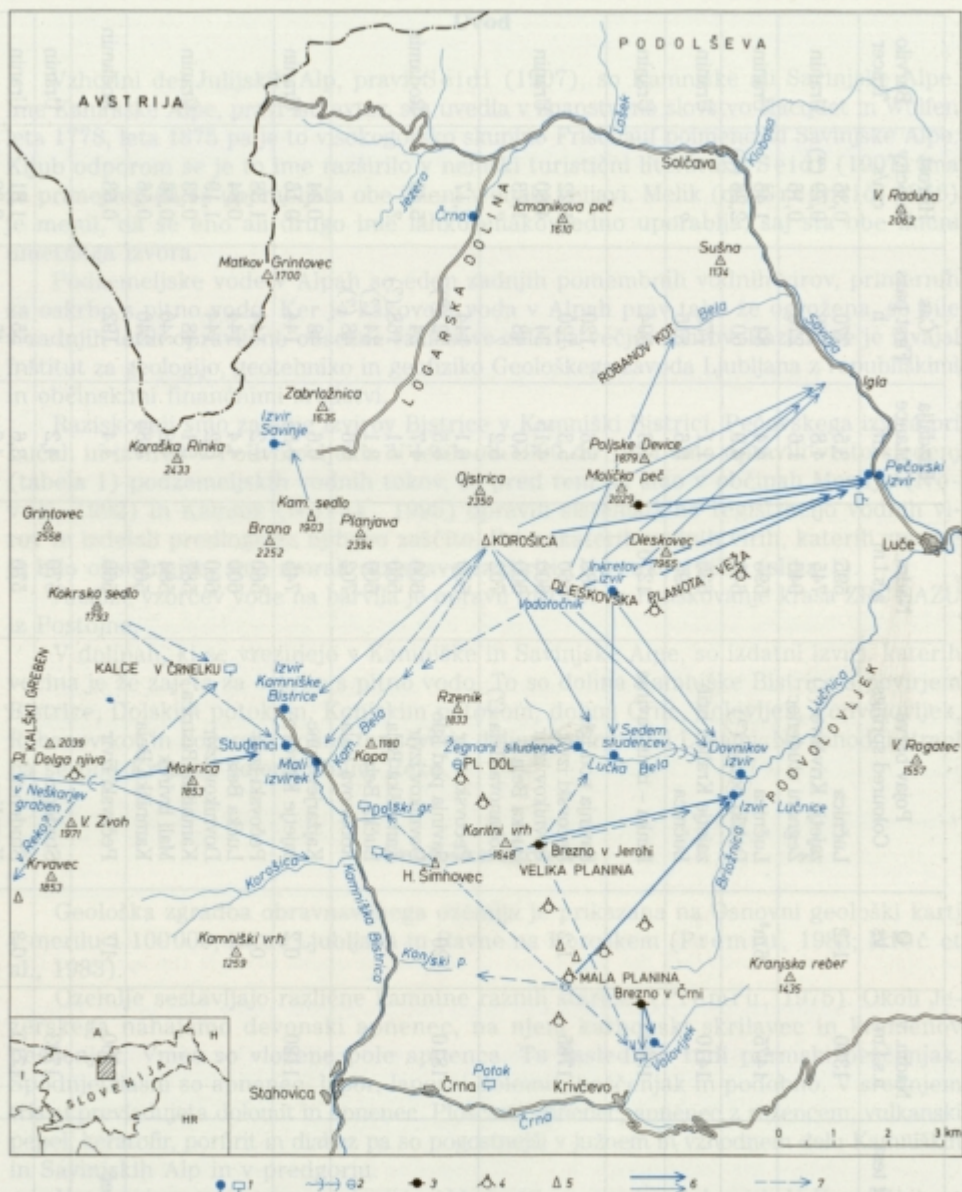
V zgornjem triasu so masivni in skladoviti apnenci z dolomiti. V Kamniških in Savinjskih Alpah so le manjši otoki jurskih sedimentov, in to v območju Menine, v spodnji kredi pa je bilo na tem ozemlju verjetno kopno (Premru, 1975).

Terciarni sedimenti so se ohranili v vzhodnem delu in v predgorju Kamniških in Savinjskih Alp. Na širšem območju Smrekovca sta se v oligocenu odlagala tuf in anezitna lava, vmes so plasti laporja, peščenjaka in gline.

Kvartarne sedimente v obliki aluvialnih nanosov, moren in fluvioglacialnih naplavin dobimo v alpskih dolinah, pobočja so prekrita s pobočnimi grušči.

Tabela 1. Tabularni pregled sledenj
Table 1. Tabular overview of tracings

Barvanje The site of colouring test	Nadm. v. a.s.l.m	Q l/s	Pojav barve Coloured springs	Nadm. v. a.s.l.m	Razdalja Distance km	Čas First pass h	Hitrost Velocity cm/s	Barvilo Tracer
Brezno v Jerohi 26. 6. 1990	1350	1-2	Lučnica zajetje Krivčovo (?) Žegjani studenec	595 745 940	3,5 4,8 1,6	270 168 270	0,36 0,79 (?) 0,16	Uranin
Mala planina 16. 10. 1991	1475	6 m ³	Lučnica Dolski potok (?)	595 640	4,4 4,9	84 60	1,45 2,26 (?)	Uranin
Šimnovec 6. 5. 1992	1410		zajetje Kraljev hrib Lučnica	635 595	1,1 5,6	775 815	?	Uranin
Kamniško sedlo 7. 8. 1992	1903		Rinka - izvir Savinje	1270	1,3	594		Uranin
Inkretov izvir 19. 10. 1992	1785	1,2	Savinja pod Iglo Pečovski izvir Dovnikov izvir Lučka Bela Robanova Bela (?)	580 560 600 600 702	5,6 5,3 4,15 3,0 5,2	120 120 24 48 ?	1,22 4,80 1,73 ?	Uranin
Vodotočenje- Vodotočnik 19. 10. 1992	1810	20	Pečovski izvir Savinja pod Iglo Dovnikov izvir Kamniška Bela Lučka Bela Robanova Bela	500 600 560 600 702	6,1 6,5 4,7 5,1 3,1 5,6	144 72 (?) 24 168 (?) 24 (?) 48 (?)	1,17 5,43 ?	Rodlamin
Brezno v Črni 5. 9. 1993	1120	0,2	Kajzarjev Šunc zajetje Krivčovo	745	0,6 0,86	48 144	0,34 0,16	Uranin
Korošica 21. 9. 1993		0,1	Pečovski izvir Lučka Bela Dovnikov izvir Kamniška Bistrica Mali izvirek Kamniška Bela	560 600 600 587 584 560	7,2 4,4 1,44 5,1 4,8 4,85	144 144 144 48 240 240	1,38 0,84 1,19 0,33 0,56 0,56	Uranin
Splet Molička peč 23. 9. 1993	1760	10	Pečovski izvir	560	4,4	192	0,63	Rodlamin
Kokrsko sedlo	1793		Studentci	570	4,2			Uranin
Dolga njiva 16. 6. 1994	1710	0,3	Studentci Korošica V Črnelku Kamniška Bistrica Neškarjev potok	570 680 587	3,6 4,6 3,0 3,7 3,6	55 45 45 84 (?) 45	1,81 2,80 1,81 1,2 1,8	Uranin



Sl. 1. Hidrografska skica Kamniških in Savinjskih Alp

1 Pomembnejši izvir ali zajetje; 2 Požiralnik; 3 Brezno; 4 Planina; 5 Planinska koča; 6 Ugotovljene podzemeljske zveze, višje, nižje koncentracije; 7 Verjetne (možne) podzemeljske zveze

Fig. 1. Hydrographic sketch of the Kamnik and Savinja Alps

1 Important spring or water capture; 2 Swallow hole, sink hole; 3 Pothole, abyss; 4 Alp; 5 Mountain hut; 6 Established underground connections, higher, lower concentrations; 7 Probable (possible) underground connections

Orogenetska dejavnost je bila zelo aktivna v oligocenu in zgornjem eocenu. V oligocenu je bila prisotna tudi vulkanska dejavnost. Sledili so prelamljanje, pa uravnavanje ozemlja in gubanje ter diferencirano dvigovanje posameznih blokov.

Zaradi pritiskov od severa se je ozemlje močno nagubalo, nastale so poševne in polegale gube, ki so se pretrgale in narinile proti jugu na predgorje. V pliocenu so sledili erozija, izravnavanje in zakraševanje.

Močnejši prelomi so ozemlje še razkosali, ob njih so se grude dvigale, medtem ko je bilo močnejše ugrezjanje na vzhodu (Gregorič, 1966). V tem času je nastala tudi prekinitev med Julijskimi in Kamniškimi ali Savinjskimi Alpami. Ugrezati se je pričela Ljubljanska kotlina.

Na območju Kamniških in Savinjskih Alp, med Kokro in Savinjo, se je »savinjski narival«
narival proti jugu na Tunjiško gričevje in na Posavske gube, to je na Selško cono (območje Črne, Gozda). Le-ta leži na smrekovski sinklinali (Premru, 1975, 1983).

Območje Velike planine je v južnem delu zgrajeno iz anizičnega apnenca in dolomita, na katerih leži laporast apnenec. Blok je prerezan po sredini s prelomom, ki je usmerjen od vzhoda proti zahodu. Severni del je zgrajen iz zgornjetriasnega apnenca z vložki dolomita.

V podnožju Konja in Lučke kope je Seidl (1907) opazoval srednetriasni apnenec, ki ga je slediti proti zgornjemu delu Lučke Bele tja do Žegnanega studenca.

Na Veži, eni od planot na severovzhodnem delu, nahajamo zgornjetriasni apnenec z dolomitom, vmes pa so čoki spodnetriasnih kamnin. Pri Lučah ležita triasni apnenec in dolomit ob oligocenskih kamninah; le-te predstavljajo bočno zaporo za podzemeljske vode, ki odteka z Veže. Zgornjetriasni apnenec leži na anizijskem dolomitu, plastovitem apnencu in laporju pri Rjavčevi zijalki in ob Savinji. Tudi dolomit na južnem pobočju Robanovega kota, ki leži pod apnencem, je bočna zapora za odtekanje podzemeljske vode.

Mimo Poljskih devic in Korošice poteka prelom, ob njem pa izdanja ozek pas temnosivega srednetriasnega apnenca s polami tufa. Ta pas predstavlja vsaj površinsko bariero. Prelom, ki je zelo izrazit, poteka mimo Zeleniških špic v Repov kot in proti Kokrskemu sedlu.

Tudi na dnu Logarske doline in na njenem severozahodnem pobočju nahajamo srednetriasni, slabo prepustne kamnine, ploščasti apnenec in dolomit, ki vsi segajo v pasu od izvira Savinje proti severovzhodu. V dolini so prekrile z meliščem, naplavinami in morenami. Severneje, pri izviru Črne, izpod fluvio-glacialnih sedimentov in na vzhodnem pobočju doline, izdanjajo spodnetriasni lapor, peščeni skrilavec in ploščasti apnenec.

Značilen je prelom preko Kamniškega sedla, ki je usmerjen od severa proti jugu. Ob njem na južnem pobočju izdanjajo spodnetriasne skrilave kamnine.

V vzhodnih pobočjih doline Kokre nahajamo keratofirski tuf in spodnetriasni ploščasti apnenec vse do pod Kokrskega sedla in Kalškega grebena. V strukturi je videti, da je tu apnenec zgornjih delov triasa narinjen proti jugu in zahodu, stik pa je prekrit z melišči in pobočnim gruščem.

Izrazitejši prelomi v smeri vzhod-zahod in severovzhod-jugozahod potekajo še ob južnem pobočju Mokrice in dalje preko Presedljaja, s Kokrskega sedla mimo Konca in zahodno od Brane, prelomna cona poteka po dolini Črne v Zadrecko dolino in proti zahodu mimo Sv. Ambroža v Savsko dolino in prelom, ki poteka s Presedljaja v Lučko Belo.

Od juga proti severu pa je usmerjen niz vzporednih prelomov po dolini Kamniške Bistrice.

Sledenja podzemeljskih vodnih tokov na Veliki in Mali planini

Barvanje v Breznu v Jerohi 26. 5. 1990

V tem času je dežemerska postaja v Kamniški Bistrici pokazala v juniju 369mm, v juliju pa 289mm padavin. Več padavin je bilo 4., 7., 11. in 24. julija. Dne 7. 7. imamo ob 6. uri prve znake jasnega, s prostim očesom vidnega obarvanja na izviru Lučnice. Nezanesljive znake obarvanja opazujemo v kontrolnih vzorcih v Žeganem studencu in v Sedmih studencih že 5. in 7. 7., dan kasneje pa tudi v Lučki Beli. Fluorescenco v vzorcih 3. 7. in 6. 7. v zajetju za Krivčevo pa pripisujemo vplivu padavin med 2. in 6. julijem.

Barvanje na Mali planini 16. 10. 1991

Barvali smo v požiralniku, kamor odteka odvečna voda iz kala pod Črnuško planinsko kočo. V požiralniku je tudi priročno odlagališče vseh vrst odpadkov, kar ekološke ozaveščenosti prebivalcev in počitnikarjev ne prikazuje v prav lepi luči.

Dežemerska postaja v Kamniški Bistrici je za september 1991 izkazala 104mm, za oktober pa 218mm padavin. Več dežja je padlo 9., 22. in 19. 10.

Že 20. oktobra se je pojavilo jasno, s prostim očesom vidno obarvanje na izviru Lučnice in je trajalo nekaj dni. Kasneje smo v nekaj vzorcih zasledili nezanesljivo fluorescenco tudi še v Konjski, Šuncu, v zajetju za Krivčevo in celo v Dolskem potoku. Vse te znake lahko pripisujemo lokalnemu onesnaženju po večjih padavinah.

Barvanje v hotelu Šimnovec 6. 5. 1992

Barvali smo z uraninom, ki smo ga izlili v greznico. Po barvanju smo opazovali le skromne padavine.

Dvajset dni po barvanju se je pojavil zelo obarvan vzorec na zajetju za Kraljev hrib, po enajstih dneh pa smo dobili obarvan vzorec na izviru Lučnice.

Žal v tem času skoz greznico ni bilo večjega, stalnega pretoka.

Barvanje v Suških pečeh 5. 9. 1993

Barvali smo v breznu, ki ga nekateri imenujejo tudi Brezno v Črni. Vhod v brezno je v nadmorski višini okoli 1180m, pri 60m globine pa je v breznu vodni curek, ki smo ga obarvali s pomočjo jamarjev Kamniškega jamarškega kluba. V vodni tok so izlili 5kg raztopljenega uranina, ki se je v dveh dneh pojavil visoko koncentriran v izviru Kajžarski Šunc, ki ga uporabljata za oskrbo s pitno vodo dve hiši v Krivčevem oziroma v Šuncah. Mnogo nižje koncentracije smo zasledili v zajetju pod Vranščico, imenovanem tudi Jankov Šunc, ki napaja lokalni vodovod za Krivčevo in naselja tja do Žage v dolini Črne.

Sledenja podzemeljskih vodnih tokov na Veži

Barvanje pri Inkretovem izviru 19. 10. 1992

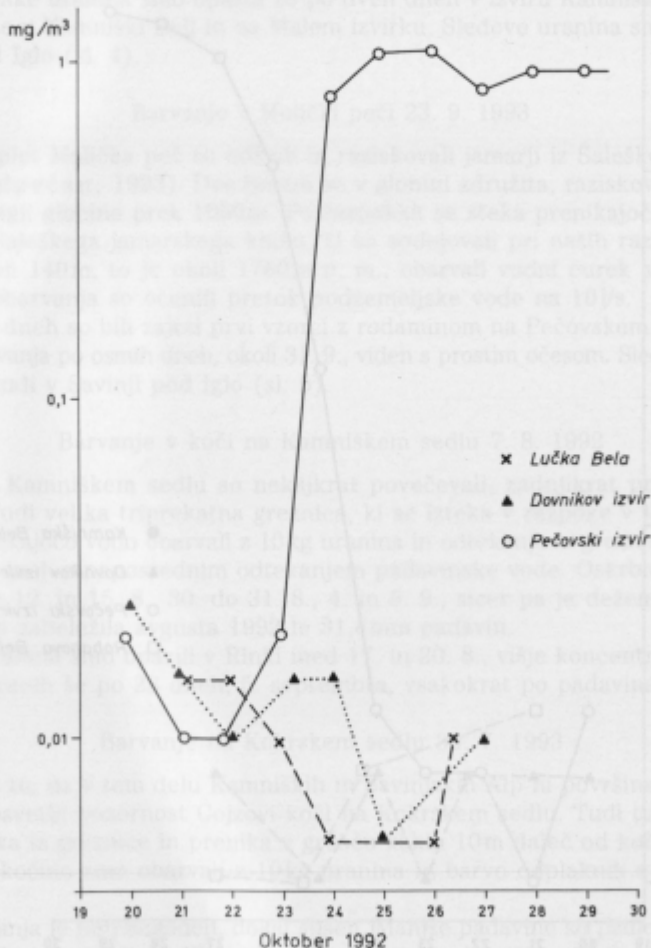
Inkretov izvir v nadmorski višini 1785m je v korito zajeta voda, ki se sceja iz razpok in nekaj metrov niže v grušču ponikne. Dne 19. 10. 1992 je tod steklo od 1,2 do 1,5 litra vode/s. Potok smo obarvali z 10kg uranina.

Že po dveh dneh smo zasledili jasno obarvanje v Pečovskem izviru in v Savinji pod Iglo. Nižje koncentracije so bile zapažene tudi v Lučki Beli in v Dovnikovem izviru (sl. 2).

Barvanje na Vodotočniku (Vodotočenje) 19. 10. 1992

Jezerce v kotlinici Vodotočnik se je napajalo iz izvirov na severozahodni strani doline, v požiralnik na severovzhodnem obrobju pa je odtekalo okoli 20l/s vode. Tu smo obarvali vodo z 10kg rodamina.

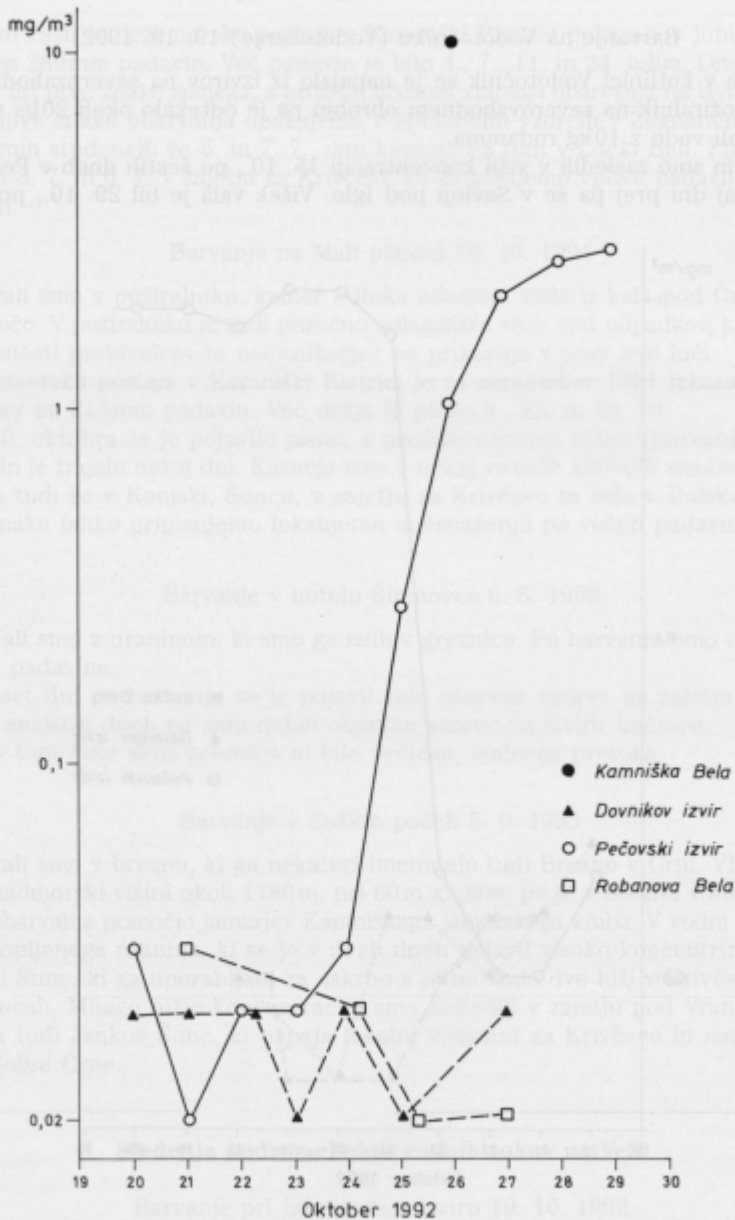
Rodamin smo zasledili v višji koncentraciji 15. 10., po šestih dneh v Pečovskem izviru, nekaj dni prej pa še v Savinji pod Iglo. Višek vala je bil 29. 10., po desetih



Sl. 2. Krivulja koncentracij barvila pri barvanju Inkretovega izvira

Fig. 2. Tracing test of Inkretov izvir. Curved line of dye concentrations

dneh. Sledi rodamina smo zasledili v Dovnikovem izviru in v Robanovi Beli. Le en sam, z rodaminom obarvan vzorec je bil zajet v Kamniški Beli (sl. 3).



Sl. 3. Krivulja koncentracij barvila pri barvanju na Vodotočniku

Fig. 3. Curved line of dye concentrations for the tracing test of the alp Vodotočnik

Barvanje na Korošici 21. 9. 1993

Planina Korošica je v kotlinici južno pod Ojstrico in na severozahodnem robu Veže-Dleskovške planote. Od juga oziroma na južnem robu kotlinice priteka po razpokah voda v manjši izvir, ki je sedaj zajet za napajalno korito in za potrebe bližnje planinske kočje. Vodni tok že po nekaj metrih ponikne v gruščnata tla. Med obarvanjem je bil ocenjen pretok na 0,1 l/s. Obarvali smo ga z 10 kg uranina.

Padavinske razmere so bile za barvanje ugodne. V juliju in avgustu je padlo v Solčavi po 130 oziroma 138 mm dežja. Tudi nekaj dni po barvanju je bilo deževnih.

S prostim očesom vidno obarvanje je bilo opaziti po šestih do sedmih dneh, 26. in 27. 9., na Pečovskem izviru, na Dovnikovem izviru in v spodnjem delu Lučke Bele. Zanesljive znake uranina smo opazili že po dveh dneh v izviru Kamniške Bistrice, po 10 dneh pa še v Kamniški Beli in na Malem izvirku. Sledove uranina smo zasledili še v Savinji pod Iglo (sl. 4).

Barvanje v Molički peči 23. 9. 1993

Jamski splet Molička peč so odkrili in raziskovali jamarji iz Šaleške doline (Hostnik & Podpečan, 1993). Dve brezni se v globini združita, raziskovalci pa upajo, da bodo dosegli globine prek 1000 m. Po razpokah se steka prenikajoča voda.

Jamarji Šaleškega jamarskega kluba, ki so sodelovali pri naših raziskovanjih, so v globini okoli 140 m, to je okoli 1760 m n. m., obarvali vodni curek s 5 kg rodamina. Na dan obarvanja so ocenili pretok podzemeljske vode na 10 l/s.

Po petih dneh so bili zajeti prvi vzorci z rodaminom na Pečovskem izviru, kjer je bil višek obarvanja po osmih dneh, okoli 31. 9., viden s prostim očesom. Sledove rodamina smo opazili tudi v Savinji pod Iglo (sl. 5).

Barvanje v koči na Kamniškem sedlu 7. 8. 1992

Kočo na Kamniškem sedlu so nekajkrat povečevali, zadnjikrat pred nekaj leti. Zgrajena je tudi velika triprekatna greznica, ki se izteka v razpoke v tleh. Dne 7. 8. 1992 smo iztekajočo vodo obarvali z 10 kg uranina in odtekanje iz greznice pospeševali v naslednjih dneh z neposrednim odtekanjem padavinske vode. Oskrbnik kočje je zabeležil nalive 12. in 15. 8., 30. do 31. 8., 4. in 5. 9., sicer pa je dežemerska postaja na Jezerskem zabeležila avgusta 1992 le 31,4 mm padavin.

Znake uranina smo opazili v Rinki med 17. in 20. 8., višje koncentracije pa so se pojavile v vzorcih še po 28 dneh, 5. septembra, vsakokrat po padavinah.

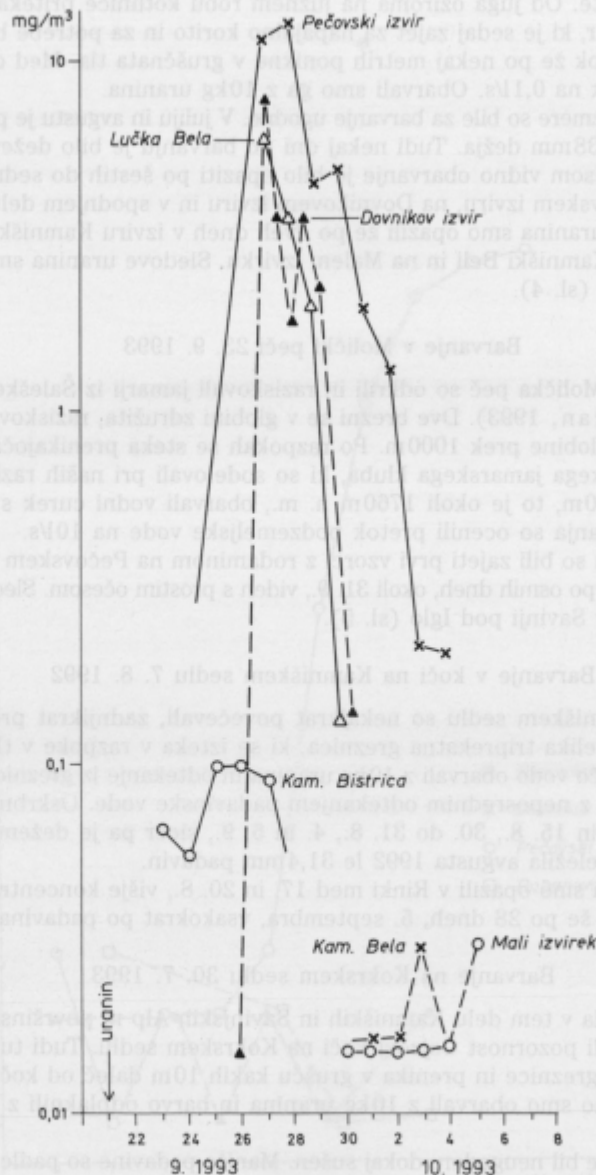
Barvanje na Kokrskem sedlu 30. 7. 1993

Gleda na to, da v tem delu Kamniških in Savinjskih Alp ni površinskega vodnega toka, smo posvetili pozornost Cojzovi koči na Kokrskem sedlu. Tudi tu smo obarvali vodo, ki izteka iz greznice in prenika v grušču kakih 10 m daleč od kočje. Iz greznice iztekajočo tekočino smo obarvali z 10 kg uranina in barvo odplaknili z vso preostalo tekočino.

Čas barvanja je bil neugoden, dokaj sušen. Manjše padavine so padle ponoči, večje deževje je bilo le med 6. in 10. avgustom. Najpomembnejši izvir, Studenci pod Mokrico, so 8. 8. presušili in se po padavinah 10. 8. znova pojavili le za krajši čas.

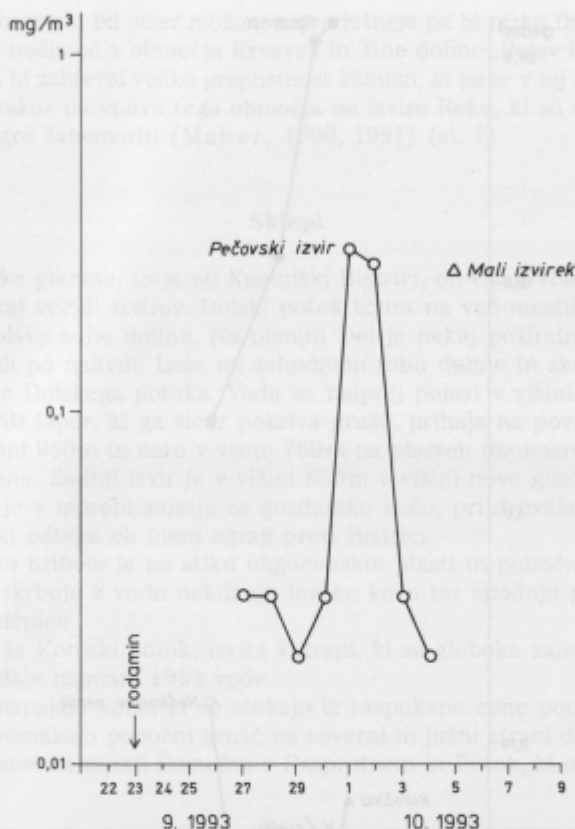
Sled barve smo opazili le v enem vzorcu v Studencih in kasneje v dveh vzorcih izvira v Črnelku.

Zaradi nezanesljivih podatkov bi morali to barvanje ponoviti.



Sl. 4. Krivulja koncentracij uranina pri barvanju na Korošici

Fig. 4. Curved line of the dye concentrations for the tracing test of the alp Korošica



Sl. 5. Krivulja koncentracij rodamina pri barvanju v Moličkem jamskem spletu

Fig. 5. Curved line of the rhodamine dye concentration of tracing test in the cave system in Mt. Molička peč

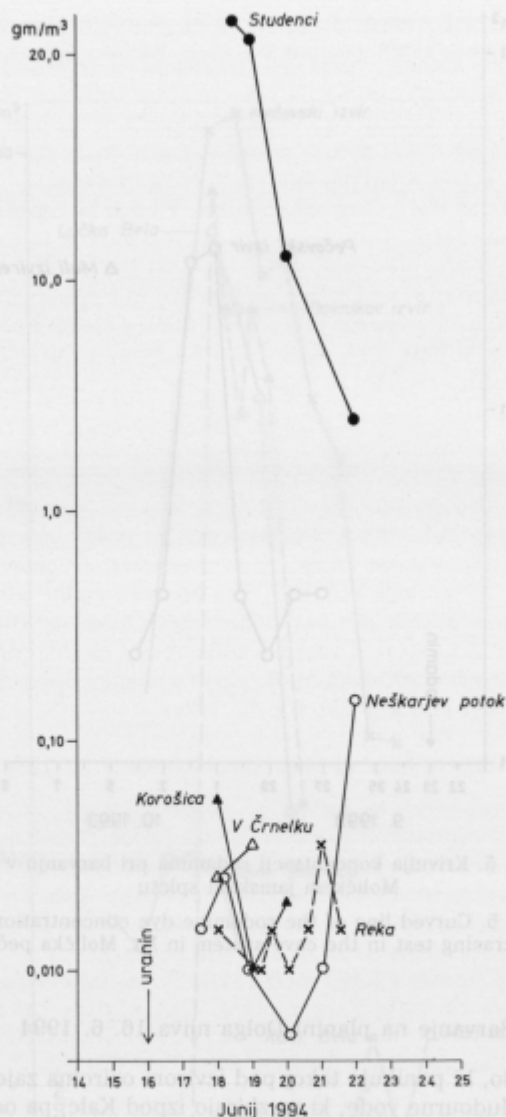
Barvanje na planini Dolga njiva 16. 6. 1994

Obarvali smo vodo, ki ponikuje takoj pod izvirom oziroma zajetjem v jugovzhodnem delu kotlinice. Hudournne vode, ki se zbirajo izpod Kalc, pa odteka površinsko proti zahodu v dolino Kokre.

Potok smo obarvali s 5 kg uranina. Že dobra dva dni kasneje se je pojavila obarvana voda, vidna s prostim očesom, v izviru Studenci in je obarvana tekla še kak dan. Manj je bila obarvana voda stranskih dotokov in izvirov, npr. izvira pri plazu, nekaj deset metrov nad glavnim izvirom.

Obarvane vzorce smo zasledili ob istem času, 18. do 20. 6., v vodi potoka Korošica, kar pomeni, da ta potok napajajo dotoki izpod Mokrice. V dnu doline je znanih le nekaj manjših izvirov (sl. 6). Dokaj zanesljivo obarvana je bila tudi voda zajetja v Črnelki.

Že 17. junija so se pojavili znaki barve v vodi Neškarjevega potoka (Pomejski potok) ob Kokri. Koncentracija je po dveh dneh upadla zaradi padavin, nato pa znova nara-



Sl. 6. Krivulja koncentracij pri barvanju na planini Dolga njiva

Fig. 6. Dye concentrations at tracing test in the alp Dolga njiva

sl. Tu je bilo barvo tudi pričakovati, saj v to smer odteka površinska voda z Dolge njive, ki se pripovršinsko pretaka tudi skozi grušč. Potok Mlinščica pa ni bil obarvan.

Vzorci vode smo zajemali tudi pri spodnji postaji žičnice na Krvavec, v potoku Reki. Tu so se pojavili znaki fluorescence že 17. junija in smo jih opazovali vse do

21. junija. Pojav barve bi bil sicer možen, najverjetneje pa bi nizko fluorescenco lahko pripisali spiranju nečistoč z območja Krvavca in Tihe doline. Pojav barvila na najbolj oddaljenem izviru bi zahteval veliko prepustnost kamnin, ki pa je v tej smeri ne moremo pričakovati. Vsekakor pa vpliva tega območja na izvire Reke, ki so zajeti za domžalski vodovod, ne gre zanemariti (Maher, 1990, 1991) (sl. 7).

Sklepi

Ob robu Velike planine, to je ob Kamniški Bistrici, ob Črni, Volovljeku in v Podvolovljeku je nekaj večjih izvirov. Dolski potok izvira na več mestih ob prelomu, ki poteka vzdolž dolske suhe doline. Na planini Dol je nekaj požiralnikov, ki odvajajo vodo po odjugi ali po nalivih. Leže na zahodnem robu doline in skorajda ni dvoma, da napajajo izvire Dolskega potoka. Voda se najprej pojavi v višini 1120m pod Dolom, kjer plastoviti lapor, ki ga sicer pokriva grušč, prihaja na površje. Ponovno se voda pojavi v višini 950m in nato v višini 760m na plasteh temnosivega skrilavca, ki ga prekriva morena. Zadnji izvir je v višini 650m v višini nove gozdne ceste.

Nad Kopišči je v moreni zajetje za gozdarsko kočo, pri drevesnici pa, že v ravnem delu, izvir, ki odteka ob njeni ograji proti Bistrici.

Nad Kraljevim hribom je na stiku oligocenskih plasti in pobočnega grušča zajet manjši izvir, ki oskrbuje z vodo nekdanjo lovsko kočo ter spodnjo postajo in obrate velikoplaninske žičnice.

Izdatnejši je še Konjski potok; izvira v grapi, ki se globoko zajeda pod Poljanski rob. Več izvirov daje najmanj 10l/s vode.

Potok Črno napajajo vode, ki se stekajo iz razpokane cone pod južnimi pobočji Male planine in odmakajo pobočni grušč na severni in južni strani doline. Na severni strani doline je omeniti zajetji Šumešča v Praprotnem in Potok, ki oskrbujeta z vodo naselje Črna.



Sl. 7. Planina Dolga njiva. Foto D. Novak

Fig. 7. The alp Dolga njiva

Ob Volovljeku so izdatnejši izviri v območju pod Pečmi (1236). Nad Krivčevim sta Jankov in Kajžarski Šunc. Pojavljata se na stiku dolomita in oligocenskega peščenega laporja. Jankov Šunc je deloma zajet, sicer pa je to široko izvirno območje z množico posameznih zajetij. Največje daje okoli 20 l/s vode in oskrbuje Krivčevo, Smrečje in vasi tja do Žage. Potok Volovljek napajajo še vode, ki pritekajo iz neprepustnih magmatskih in metamorfnihih kamnin izpod Plešivca.

Območje Velike planine proti Podvolovljeku zapirajo pretežno terciarne plasti. Lučnica je med največjimi izviri. Voda se pojavlja iz razpok, ki so prekrte s pobočnim gruščem. Nedaleč je grapa Lučke Bele. Le-ta izvira v Žegnanem studencu in nižje ležečih Sedmih studencih. Potok nekajkrat ponikne v grušču in razpokah ter se nazadnje pokaže na površje ob izteku tesne in slikovite grape v podvoloveljsko dolino. Tu je še obsežno izvirno območje Dovnikovega izvira. Kazalo bi ugotavljati delež Bele v vodah Dovnikovega izvira, kjer se pojavlja najmanj 100 l/s vode.

Glavni odvodnik podzemeljske vode Velike in Male planine je torej izvir Lučnice v Podvolovljeku. Podzemeljska voda območja Tihe doline se ob dolomitu, ki poteka od te doline preko Ušivca na vzhod, pretaka proti Lučnici. V to smer se odmaka tudi območje Zelenega roba, ki ga od zahoda omejuje dolomit Purmana in območja Pri križih. Najozje območje okoli hotela Šimnovec, sodimo, odteka preko terciarne bariere proti zahodu v dolino Kamniške Bistrice, kaže pa, da je možno tudi globinsko odtekanje po apnencu proti vzhodu. Le najvišji zakraseli deli obrobja se odtekaajo proti Kamniški Bistrici, Dolskemu potoku in Lučki Beli.

Ozemlje južneje od Male planine je zgrajeno iz dolomita, ki leži pod črnimi ploščastim apnencem. Ta svet se odceja proti Konjskemu potoku in izvirom ob Črni. Proti izvirom nad Krivčevim se odmakajo posamezni bloki karbonatnih kamnin, ki leže na skrilavih ali laporastih kamninah.

V območju Velike in Male planine štejemo med nevarne onesnaževalce predvsem odlagališča odpadkov. Podjetje OIKOS je leta 1993 s pomočjo šolske mladine zabeležilo več deset takih smetišč, kot je npr. pod Črnuško kočo.

Drug način onesnaževanja podzemeljske vode so greznice pri posameznih gostinskih objektih oziroma praviloma enoprekatne greznice pri počitniških hišicah; le-teh je okoli 200. Kanalizacija in čistilno napravo je nerealno pričakovati, zakraselo podzemlje pa nima samočistilnih sposobnosti!

Z možnostjo dostopa avtomobilov in motornega prometa na Veliko planino se povečuje možnost odlaganja odpadkov, onesnaževanja z naftnimi derivati in vsem, kar prinaša s seboj ta promet. Nevarno je tudi prekomerno gnojenje pašnikov z mineralnimi gnojili.

Glede na to sklepam, da so ogroženi izvir Lučnice in gojitvena ribogojnica ter niz zajetij in izvirov v dolinah. Dosedanje nesistematične bakteriološke in kemične analize še ne kažejo večjega onesnaževanja, vendar nekatere komponente, ki so bile občasno povečane, že opozarjajo na to.

Veža

Veža ali Dleskovška planota je večja visoka planota v vzhodnem delu Savinjskih Alp. Zelo je razpokana in zakrasela. Na severu sega do Robanovega kota, kjer izvira potok Bela, na jugu in jugovzhodu sta Podvolovljek in grapa Lučke Bele, kjer prihaja na površje tudi Dovnikov izvir. Na severovzhodni in severni strani je dolina Savinje, kjer nad Lučami izvira tik ob strugi Pečovski izvir (sl. 8). Nekaj višje nad njim so njegovi



Sl. 8. Pečovski izvir nad Lučami. Foto D. Novak

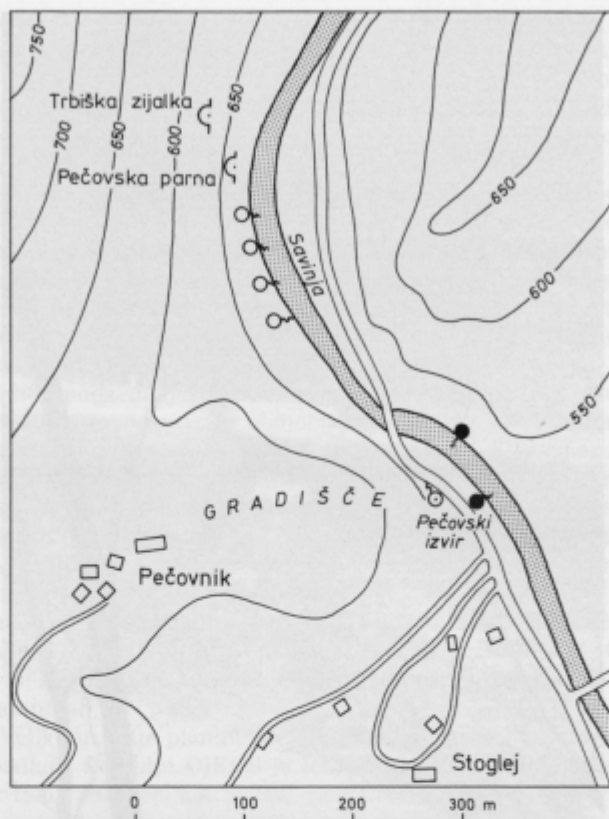
Fig. 8. The spring Pečovski izvir near Luče

visokovodni izviri, v nizu tja do Trbiške zijalke (sl. 9). Na tem območju smo opravili v dveh zaporednih letih štiri sledenja.

Pečovski izvir in območje Savinje pri Igli sta glavni odvodnik podzemeljskih voda z Veže. Glede na vodno stanje in padavine pa se podzemeljska voda iz bolj zakrasedelih višjih con občasno preliva še proti Bistrici in Podvolovljeku. Te podzemeljske poti kraške vode se združujejo šele v globljih delih (sl. 10 in 11).

K padavinskemu zaledju Pečovskega izvira sodi torej vse ozemlje do Korošice. Zaledje zajetja nad Stoglejem, le-to oskrbuje s pitno vodo naselje Luče, pa se napaja iz višjih con in iz obsežnih melišč.

Zaledje Lučke Bele in Dovnikovega izvira je v obrobni delih Veže, vendar pa v podrobnostih lahko pokaže razvodnico le natančna geološka karta tektonsko zelo razgibanega ozemlja in njegovih razpokanih con. To območje postaja zanimivo zaradi bodoče oskrbe s pitno vodo Luč in okolice.



Sl. 9. Območje Pečovskega izvira nad Lučami

Fig. 9. The area of the spring Pečovski izvir near Luče

Zaledje povirja Kamniške Bistrice

V zajezenem tolmunu izvira Kamniške Bistrice opazimo pritekanje vode iz več smeri. Največ vode, kaže, priteka iz razpok v apnencu od vzhoda. Voda priteka tudi skozi grušč od severa in severozahoda (sl. 12). Tu je tudi črpalka, ki z vodo oskrbuje Dom v Kamniški Bistrici.

Na sotočju večji del suhega hudournika in reke, ki priteka iz izvira, sta dva vodnjaka, ki zajemata vodo za potrebe lovskega dvorca in lovske kočje. Dvorec je imel včasih zajetje više v Črnelku. To vodo sedaj uporablja gostišče pri lovski koči. Zajetje pa je že na debelo zasuto z gruščem in naplavinami.

Nekaj sto metrov nižje ob cesti proti Kamniku je pod cesto Mali izvirek, kjer voda prav tako priteka na površje v več rojah iz morenskega grušča. Ta pokriva kamnino v vznožju pobočja prav tja do Bistrice, ki se kmalu zatem zaje v sotesko Predoselj. Po opazovanjih je vodna količina tega izvira dokaj stalna.

Na nasprotnem, desnem bregu Kamniške Bistrice, pod Mokrico, je niz izvirov, imenovan Studenci. Omembe vredna sta le dva, najnižja, kjer voda priteka iz razpok,



Sl. 10. Dovnikov izvir ob visoki vodi
 Fig. 10. The spring Dovnikov izvir at high water



Sl. 11. Dovnikov izvir v Podvolovljeku ob srednji vodi. Foto D. Novak
 Fig. 11. The spring Dovnikov izvir at Podvolovljek at medium water

ki jih pokriva pobočni grušč. Gladina vode zelo niha v odvisnosti od padavin. V sušnih poletjih zadnjih let sta celo presušila. Zaledje teh izvirov je, kot kažejo tudi izotop-ske raziskave (Novak & Urbanc, 1994), v Kalškem grebenu do planine Dolga njiva, na srednji nadmorski višini okoli 1800m. Tik ob strugi Kamniške Bistrice se nad



Sl. 12. Izvir Kamniške Bistrice. Foto D. Novak

Fig. 12. The spring of the Kamniška Bistrica

Studenci pokažejo peščene in močno zdrobljene kamnine, pod Predosljem pa teraso Brsnikov gradijo oligocenski sedimenti. Bržkone le-ti predstavljajo zaporo in erozijsko osnovo tudi za vode z Mokrice.

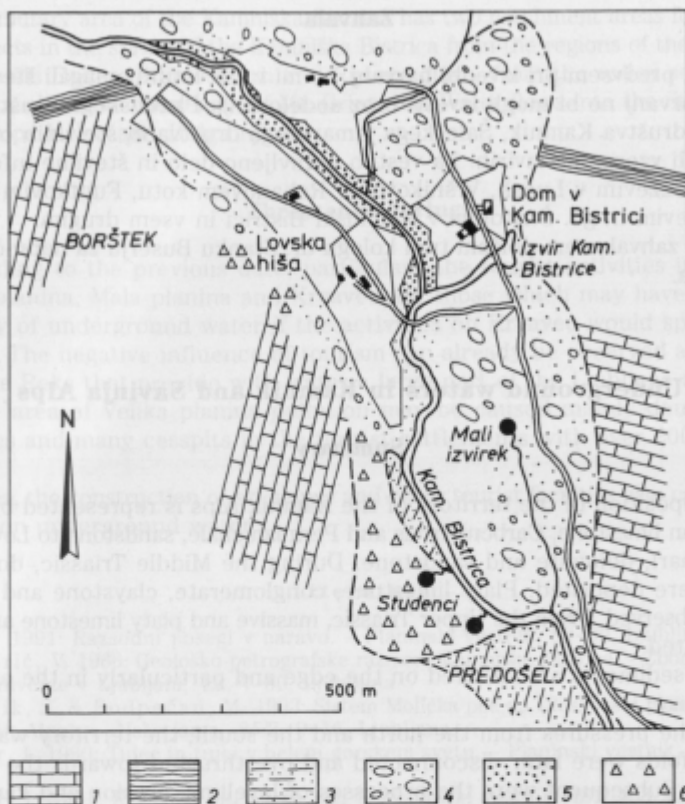
Bakteriološka slika vode izvira Kamniške Bistrice je spremenljiva, čeprav je bila večina nesistematično vzetih vzorcev doslej ustrezna. Glede na dosedanja barvanja in na podatke o izotopski sestavi vode sklepamo, da je zaledje izvira v nadmorski višini okoli 2000m, v osrednjem hrbtu Kamniško–Savinjskih Alp, med Grintovcem in Planjavo, v območju Kamniškega Dedca, Staničevega vrha, Ruševe glave in bržkone tudi v fluvio-glacialnem grušču v Koncu; seveda tudi v območju Korošice, kjer opazujemo za alpske in predalpske planote značilno raztekanje podzemeljskih voda v različna porečja.

Od vzhoda proti zahodu potekajoči prelom – ob katerem se na Korošici pokažejo na površju manj prepustne kamnine – ki poteka zatem proti Kokrskemu sedlu, je bržkone le lokalna bariera.

Lokalne razmere usmerjajo podzemeljsko vodo s Kamniškega sedla proti izviru Savinje. Pod Kalško goro je ob prelomu znova prišla na površje manjša krpa laporja, že v pobočju, ki visi proti dolini Kokre. Pobočja doline Kokre so na strani Kalškega grebena prekrita z melišči; le-ta zakrivajo stik z manj prepustnimi kamninami, ki se gajo tu in tam visoko pod prepadne stene.

V dolini Kamniške Bistrice so pobočja in dno doline prekrita z ledenišskimi nanosi in melišči. Tudi iz njih se del vode steka proti izviru Kamniške Bistrice (sl. 13).

Od kod priteka voda v Mali izvirek, še ni povsem jasno. Možno je, da del vode iz tolmana Kamniške Bistrice skozi moreno in grušč odteka proti Malemu izvirku. Na to kaže tudi izotopska sestava kisika v vodi (Novak & Urbanc, 1994). Podzemeljsko pretakanje pa lahko usmerjajo neprepustne kamnine ali manj prepustne meljaste cone v podlagi. Kasnejši pojav uranina in sledovi barvila v vodi Kamniške Bele lahko nakazujejo zaledje tudi v območju Korošice.



Sl. 13. Lega izvirov Kamniške Bistrice

1 Apnec in dolomitizirani apnec (trias); 2 Skrilavi glinovec in lapor (trias); 3 Lapor (terciar-oligocen); 4 Ledeniška morena; 5 Prod in grušč; 6 Pobočni grušč

Fig. 13. Sketch map of the springs of Kamniška Bistrica

1 Limestone and dolomitic limestone (Triassic); 2 Shale, marl (Triassic); 3 Marl (Tertiary-Oligocene); 4 Moraine; 5 Gravel and rubble; 6 Scree

Na kakovost podzemelske vode lahko po dosedanjih podatkih vpliva predvsem turistična dejavnost v območju Kravca, če bi se le-ta širila proti severu. Tudi širitev dejavnosti na Korošici brez upoštevanja čiščenja odpadkov bi lahko vplivala negativno. Pri tem je treba upoštevati poslabšano kakovost voda izvirov Kamniške Bistrice, kar posredno lahko vpliva tudi na poslabšanje vode v vodarni Iverje.

Negativne vplive s Kravca opazujemo že sedaj na zajetjih izvirov Reke, odkoder se oskrbuje z vodo velik del ljubljanske okolice. Kravcu grozijo nova cesta in snežni topovi, velika poraba vode, dodatne gradnje in drugi veliki posegi v prostor, ki se nikdar več ne bodo »zarasli«. S tem je ogrožen tudi letni turizem, da o vodi ne govorimo...

Zahvala

Pri delu, predvsem pri izvedbi barvanj, so mi v teh letih pomagali številni kolegi. Prav tako barvanj ne bi mogli izvesti brez sodelovanja Planinskega društva Kamnik, Jamarskega društva Kamnik, Šaleškega jamarskega društva in številnih opazovalcev, ki so zajemali vzorce na izvirih. Za vestno opravljeno delo in številne informacije se zahvaljujem Ježevim v Lučah, Vršnikovim v Robanovem kotu, Funtkovim v Podvolovljeku, Jerajevim in ge. Štriftofovi v Kamniški Bistrici in vsem drugim.

Posebno zahvalo sem dolžam tudi kolegu dr. Stanku Buserju za natančen pregled tega besedila.

Underground waters in Kamnik and Savinja Alps

Summary

The composition of the territory of the Kamnik Alps is represented by the rocks from Devonian limestone, Carboniferous and Permian shale, sandstone to Lower Triassic limestone, marl, dolomite and sandstone. During the Middle Triassic, dolomite and limestone were deposited. Platy limestone, conglomerate, claystone and keratophir can also be observed. From the Upper Triassic, massive and platy limestone and dolomite are represented.

Tertiary sediments are situated on the edge and particularly in the eastern part of the territory.

Due to the pressures from the north and the south, the territory was intensely folded. The folds were later disconnected and overthrust towards the south onto the foothills. Subsequent were the processes of levelling, erosion and karstification. The territory was additionally dissected by some faults. On the edge and in the valleys, which are cut into the central part of the Kamnik and Savinja Alps, there are abundant springs, some of them already captured for drinking-water supply. These are the valleys of Kamniška Bistrica, Črna, Volovljek, Podvolovljek and the valley of the Savinja and its tributaries. Beside the central ridge of the Kamnik and Savinja Alps, there are two large karst territories of Velika planina and Veža.

The main collector of underground-water drainage from the alps Velika planina and Mala planina is the spring of the Lučnica at Podvolovljek. It is believed that the narrowest part of the area around hotel Šimnovec is drained over a barrier towards the west, but as it seems depth drainage towards the east is also possible. Only the highest karstified parts of the edge are drained into the Kamniška Bistrica. Underground water from the Mala planina, which is fed as it is usual by the infiltration of precipitations, flows along the less permeable black limestone towards the north and north-east into the stream Lučnica. The edge of Velika planina and its part, Mala planina, is drained towards the streams Dolski potok and Lučka Bela, and into the valleys on the edge.

Veža is the next of high plateaus in the eastern part of the Kamnik and Savinja Alps. The main collector of underground-water drainage is the spring Pečovski izvir near Luče and the Savinja region situated above it. With regard to the water level, the underground waters of more karstified zones are periodically directed also towards the Kamniška Bistrica and the springs of the Podvolovljek region.

The tributary area of the Kamniška Bistrica has two catchment areas for the springs. Water collects in the spring of the Kamniška Bistrica from the regions of the alp Korošica, Mts. Kamniški Dedec, Staničev vrh and Ruševa glava, from the valley section Konec, and perhaps also from the region of Mt. Grintovec. Water flows into the Studenci spring from the alps Kalce and Dolga njiva.

Threatened springs

According to the previous date, particularly the tourist activities in the regions of Velika planina, Mala planina and Kravec are those which may have influence on the quality of underground water if the activities on Kravec would spread towards the north. The negative influence of tourism can already be observed at the capture sites of the Reka that provide with water a large part of the Ljubljana surroundings.

In the area of Velika planina pollution may be caused mainly due to waste disposal sites and many cesspits in the tourist settlements with over 200 holiday cottages.

Besides, the construction of ski slopes and other tourist facilities also causes negative influence on underground water.

Literatura

- Anon. 1991: Razsodni posegi v naravo. – Planinski vestnik, 89–90, Ljubljana.
- Gregorič, V. 1966: Geološko-petrografske razmere Kamniške Bistrice. – Zbornik Biotehniške fakultete univerze v Ljubljani, 12, 7–30, Ljubljana.
- Hostnik, S. & Podpečan, M. 1993: Sistem Molička peč na Dleskovški planoti v Kamniških in Savinjskih Alpah. – Naše jame, 35/2, 9–16, Ljubljana.
- Maher, I. 1990: Tujec in tujki v belem gorskem svetu. – Planinski vestnik, 529–533, Ljubljana.
- Maher, I. 1991: Kravec: biti ali ne biti. – Planinski vestnik, 481–483, Ljubljana.
- Mioč, P., Žnidarčič, M. & Jerše, Z. 1983: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100000, list Ravne na Koroškem. – Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Novak, D. 1992: Oskrba z vodo v občini Mozirje. – Geografski vestnik, 64, 173–184, Ljubljana.
- Novak, D. 1993: Z gora vse priteče v doline. – Planinski vestnik, 93/2, 66–67, Ljubljana.
- Novak, D. 1995: Oskrba s pitno vodo v občini Kamnik. – Geografski vestnik, 66, 145–160, Ljubljana.
- Novak, D. & Urbanc J. 1994: Hidrogeološke raziskave za zaščito in sanacijo virov podzemeljske vode v občini Kamnik. – Arhiv Inštituta za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana.
- Premru, U. 1975: Geološka zgraba Julijskih in Savinjskih Alp. – Naše jame, 17, 67–75, Ljubljana.
- Premru, U. 1983: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100000, list Ljubljana. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Seidl, F. 1907: Kamniške ali Savinjske Alpe. – Matica Slovenska, 1–144, Ljubljana.

Uvod

Georadar (po angleško GPR Ground-penetrating radar) je novejša elektromagnetna nekontaktna merilna naprava. Začetki njegovega razvoja segajo v prvo polovico 80. let. Pomemben preobrat je pomenilo leto 1985, ko je v sodelovanju z Geološkim za-

