

SLEDILNI POSKUS NA KRAŠKEM RAZVODJU
MED IDRIJCO, VIPAVO IN LJUBLJANICO

WATER TRACING TEST ON THE KARST WATERSHED AMONG
IDRIJCA, VIPAVA AND LJUBLJANICA

PETER HABIČ

Izvleček

UDK 556.34.04(234.422.1-16)

Habič Peter: Sledilni poskus na kraškem razvodju med Idrijco, Vipavo in Ljubljano

Na visokem krasu v NW delu Dinaridov (Slovenija, Jugoslavija) je z barvanjem ponikalnic na Vodica in v Črnem Vrhu nad Idrijo potrjena poglobitna zveza z izviri Podroteje in Divjega jezera in manj izrazita s Hubljem in Vipavo, bifurkacija na jadransko-črnomoškem razvodju pa ni zanesljivo dokazana. Izsledki so pomembni za varovanje kraških vodnih virov, hitrosti podzemeljskih tokov so razmeroma nizke, od 20 do 60 m/h.

Abstract

UDC 556.34.04(234.422.1-16)

Habič Peter: Water tracing test on the karst watershed among Idrijca, Vipava and Ljubljana

In the High karst of the NW Dinarids part (Slovenia, Yugoslavia) the main connection with Podroteja spring and Divje jezero and less distinctive with Hubelj and Vipava has been proved by the sinking streams water tracing on Vodice and Črni Vrh. The bifurcation between Adriatic — Black Sea watershed has not been surely established. The results are important for karst water resources protection. The underground streams speed being relatively low, from 20 to 60 m/h.

Naslov — Address

dr. Peter HABIC, znanstveni svetnik
Inštitut za raziskovanje krása ZRC SAZU
66230 Postojna, Titov trg 2
Jugoslavija

UVOD

V severozahodnem delu Dinarskega krasa se stikajo med dolinama Idrijce in Vipave ter med Notranjskim podoljem in Postojnsko kotlino različne zgradbene enote, ki jim pripadajo visoke kraške planote Hrušice, Nanosa in Trnovskega gozda. Pretežni del tega brezvodnega kraškega površja sega v višine med 800 in 1300 m, izviri na obrobju pa so v višinah med 100 in 300 m. Bogate padavine, ki dosegajo v dolgoletnem povprečju od 1500 do 3000 mm, v celoti podzemeljsko odtekajo z okrog 300 km² redko naseljenega kraškega površja v izvire Idrijce in Vipave ter z njima proti Jadranskemu morju in v izvire Ljubljaniče ter z njo proti Črnemu morju.

V severnem dolomitnem razvodnem predelu med Idrijco in Ljubljaničo je več manjših ponikalnic. S predhodnimi sledenji je dokazano, da odtekajo hkrati proti Ljubljaniči in proti Idrijci. V tem predelu torej zaradi značilne kraške bifurkacije ni mogoče natančno določiti niti površinskega niti podzemeljskega razvodja med Jadranskim in Črnim morjem. V osrednjem in južnem razvodnem predelu obravnavanega visokega krasa pa z izjemo ponikalnice na Vodicaah nad Colom ni nobenih površinskih voda. Na Vodicaah se zbira voda z ozkega pasu eocenskega fliša, ki je razgaljen med apnenci in dolomiti hrušiškega nariva in trnovskega pokrova. Potok ponika v apnence trnovskega pokrova in ponuja redko priložnost za določitev smeri in hitrosti odtoka iz tega razvodnega predela.

Preučevanje zaledja kraških izvirov postaja vse pomembnejše še posebno pri izvirih, ki so zajeti za oskrbo. Na obrobju visokega krasa med Idrijco in Vipavo so že zajeti izviri Podroteje, Vipave in Hublja. Njihovo hidrografsko zaledje pa doslej še ni dovolj raziskano, narašča pa potreba po učinkovitem zavarovanju pomembnih virov pitne vode.

V okviru večletnega programa hidrogeoloških raziskav vodnih virov na Idrijskem, ki jih financirajo Občinska raziskovalna skupnost Idrija, Zveza vodnih skupnosti Slovenije in Območna vodna skupnost Soče, je Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU izvedel leta 1982 kombiniran sledilni poskus z obarvanjem ponikalnice na Vodicaah in v Črnem Vrhju. Izsledki so zanimivi, ker je ugotovljeno raztekanje vode v Idrijco in v Vipavo in nakazana kraška bifurkacija tudi v osrednjem delu visokega krasa.

PREGLED PREDHODNIH RAZISKAV

Z geološkim kartiranjem širšega območja in s podrobnim preučevanjem idrijskega rudišča (S. Buser, 1965; I. Mlakar, 1969; L. Placer, 1973; L. Placer, J. Čar, 1974) je pojasnjena tudi zapletena narivna zgradba visokega krasa med Idrijco in Vipavo. Kredni, jurski in zgornje triasni apnenci

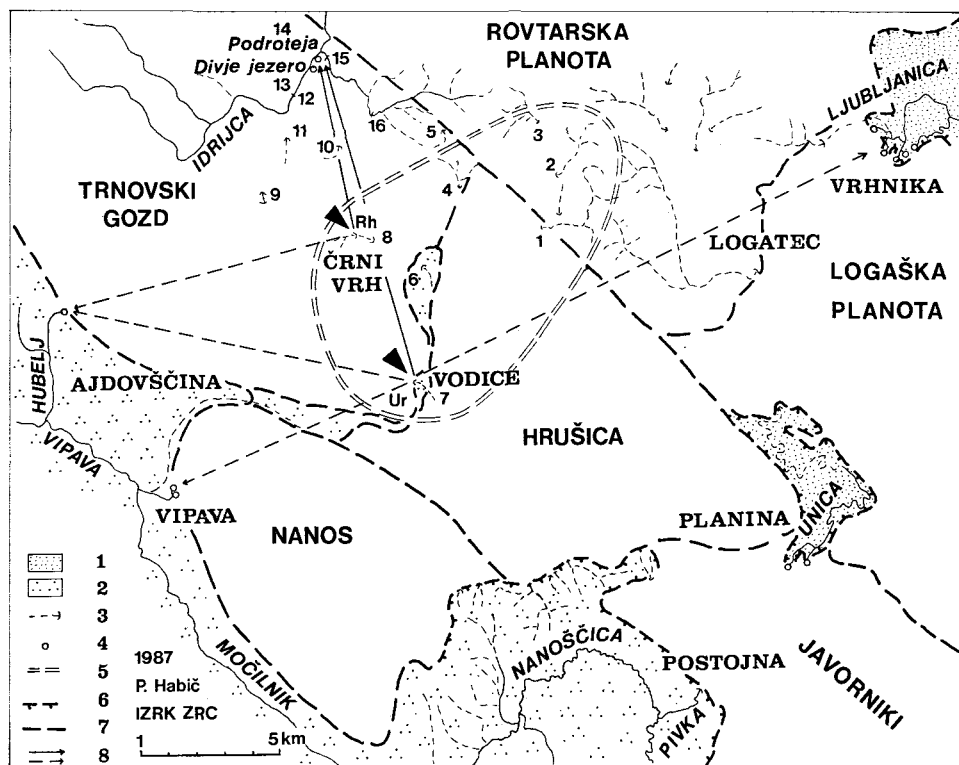
in dolomiti so v Trnovskem gozdu narinjeni na eocenski fliš. Npropustna flišna podlaga je razgaljena v Vipavski dolini, pa tudi v globoko zarezanih dolinah Idrije pri Divjem jezeru ter Nikove in Kanomlje. Ozek pas fliša obkroža vzhodno obrobje trnovskega nariva med Colom, Vodiciami in Lomi, pod njim pa leže kredni apnenci hrušiškega nariva, ki mu pripada vzhodni del Črnovrške planote in celotna Hrušica z Nanosom. Razpoložljivi geološki in hidrogeološki podatki še ne zadoščajo za natančnejšo opredelitev zaledja poglavitnih kraških izvirov Vipave, Hublja, Divjega jezera, Podroteje in Ljubljaniče. V zaledju izvirov so bile opravljene zanimive speleološke raziskave, zlasti na Črnovrški planoti (F. Habe, F. Hribar, P. Štefančič, 1955; J. Gantar, R. Savnik, 1959) in v Divjem jezeru (P. Krivic, T. Praprotnik, 1975). Geomorfološko in hidrološko problematiko visokega krasa med Idrijo in Vipavo smo preučevali tudi po letu 1963 (P. Habič, 1964; 1965; 1966; 1970; 1972; 1980). Nekaj novih spoznanj o hidrogeologiji tega območja so prispevale študije Geološkega zavoda (Z. Mencej, 1972) in idrijskih geologov (L. Placer, J. Čar, 1974) ter skupine raziskovalcev v okviru 3. mednarodnega simpozija o sledenju podzemeljskih voda v porečju Ljubljaniče (R. Gospodarič, P. Habič, 1976). Takratno sledenje je prispevalo pomembno spoznanje o raztekanju ali bifurkaciji podzemeljskih voda z Logaško-rovtarske planote in hotenskih ponikalnic v porečje Idrije in Ljubljaniče ter s tem hkrati v jadransko in črnomoško porečje (H. Hötzl, V. Maurin, J. Zötl, 1976). S tem se je tudi razširilo dokazano zaledje Podroteje in Divjega jezera precej proti vzhodu. Nerazjasnjeno pa je ostalo razvodje v osrednjem delu visokega krasa.

Ker se vode v visokem krasu raztekajo na vse strani, ni mogoče določiti razvodnice le na podlagi geološke zgradbe. S tektonskimi premiki po narivanju je razlomljena in razmaknjena tudi navidez nepropustna flišna podlaga, zato je mogoče le z barvanjem ugotoviti smer odtoka iz določenega predela. V ta namen smo izbrali ponikalnico na Vodicih in enega od potokov, ki ponikajo v dolomitnem pokrovu Črnovrške planote (sl. 1).

PRIPRAVE NA SLEDENJE

V pripravah na kombinirani sledilni poskus so bile od jeseni 1981 do jeseni 1982 opazovane vodne razmere v celotnem zaledju. Opravljene so bile tudi enkrat mesečne kemične analize 16 ponikalnic in izvirov. Merjeni so bili pretoki, temperatura, pH, prevodnost, trdota in vsebnost ter poraba kisika. Nekaj rezultatov teh analiz je podanih v tabeli 1 in na sliki 2, kjer smo primerjali celokupno trdoto ter razmerje Ca/Mg v izbranih izviroh in ponorih.

Na območju Črnovrške planote je več manjših občasnih ponikalnic. Njihove hidrografske lastnosti pa niso najbolj ugodne za zanesljivo sledenje, ker jih je mogoče barvati le ob visoki vodi, za kar pa so potrebne večje količine sledil. Med stalnimi in hkrati najbolj onesnaženimi je Črnovrški potok, ki smo ga izbrali za sledenje tudi zaradi ugodnega položaja.



Sl. 1. Sledilni poskus na Vodících in v Črnem Vrhu nad Idrijo
 1 — kvartarne kotline
 2 — površje na eocenskem flišu
 3 — ponikalnica
 4 — kraški izvir
 5 — kraško bifurkacijsko območje
 6 — obrobje kotlin
 7 — rob kraške planote
 8 — dokazane zveze, poglavitne, stranske

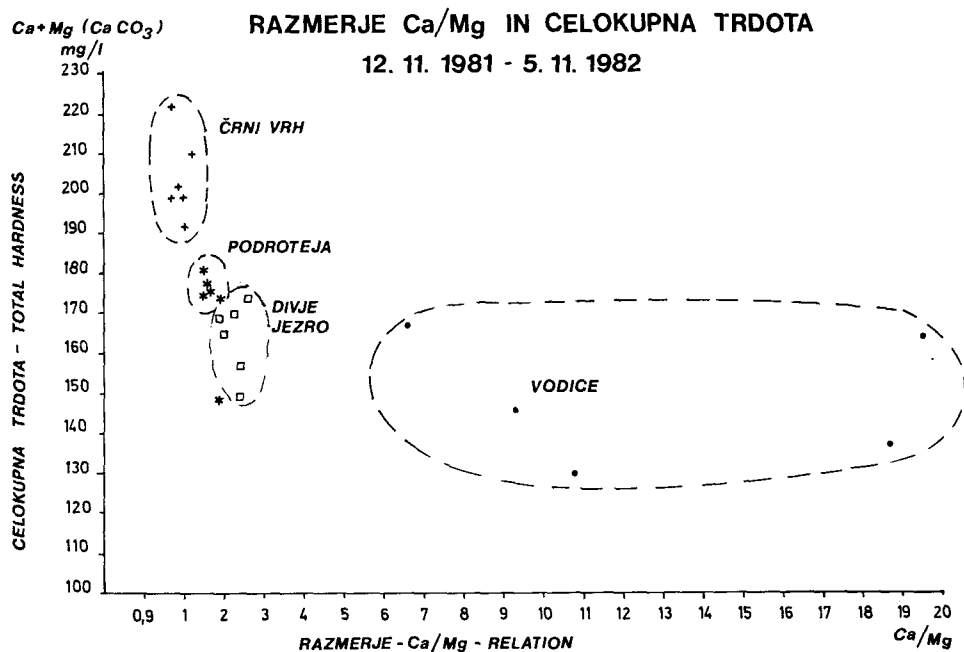
Fig. 1. Water tracing test on Vodice and Črni Vrh above Idrija
 1 — quaternary basins
 2 — surface on Eocene flysch
 3 — sinking stream
 4 — karst spring
 5 — karst bifurcation area
 6 — margin of the basins
 7 — edge of karst plateau
 8 — proved connections, main, secondary

Črnovrški potok

Izvira ob dolomitnem vznožju v zatrepu nad vasjo Črni Vrh. Po geološki zgradbi soedeč se vode iz višjega kraškega dolomitnega zaledja prelivajo na površje zaradi manj prepustne podlage ob narivni ploskvi z zdrobljeno in milonitizirano kamnino med tretjim in četrtem idrijskim pokrovom. Obseg zaledja ni znan. Voda izvira na več mestih iz delno razširjenih razpok, ki jih ponekod prekriva pobočni drobir. Izviri so v višini med 695 in 700 m. Zajeti so za vodo in po regulirani strugi odteka le nezajeta voda. Pod naseljem je struga speljana po nasipu, nekakšnem vršaju proti severu do najnižjega dela ravnice, kjer struga ob višjem dolomitnem bregu ostro zavije proti vzhodu. Prav na

ovinku se voda tudi začenja izgubljeni v strugi na višini okrog 680 m. Pri višjih vodah teče potok še naprej do ponikev v bližini sedanje bencinske črpalke, kjer je ob ponoru zgrajena čistilna naprava. Vanjo je speljana kanalizacija hotela Bor, pa tudi naselja Črni Vrh.

Stvarnega pretoka Črnovrškega potoka nismo mogli določiti, saj se vodne razmere spreminjajo vzdolž struge, zato jih ni mogoče stalno meriti in opazovati na istem mestu. Pretok je ocenjen od nekaj desetink litra na sekundo do preko 100 l/s. Pri visokih vodah niso upoštevane vode iz območja Trebč in Zaldoga, ki se občasno stekajo v ta potok. Temperature izvirne vode so razmeroma stalne in se gibljejo med 7 in 11° C. Majhne spremembe so zabeležene tudi pri drugih kemičnih in fizikalnih lastnostih, prevodnost se giblje med 350 in 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, karbonatna trdota med 190 in 225 mg/l, razmeroma velik je delež Mg od 90 do 115 mg/l, razmerje Ca/Mg pa okrog 1 (sl. 2). Zadovoljiv je delež kisika, stopnja onesnaženosti se spreminja, tako da poraba kisika znatno niha. Izvirna voda je kemično in tudi drugače ugodna za neposredno oskrbo, neugodne pa so odpadne vode, ki ogrožajo kvaliteto podzemeljske kraške vode v zaledju Podroteje.



Sl. 2. Razmerje Ca/Mg in celokupna trdota voda na Vodicach in v Črnem Vrhu ter v izviri Podroteja in Divje jezero

Fig. 2. The rate Ca/Mg and total water hardness on Vodice and Črni Vrh and in the springs Podroteja and Divje jezero

TABELA 1: Pregled fizikalno kemičnih lastnosti ponikalnic in izvirov

28. 10. 1982	Pretok	T _v	pH	Trdote		Ca	Mg	Celokup.	
				Karb.	Nekarb.				
				l s ⁻¹	°C				μS cm ⁻¹
Hotenka (1)	60	9,6	8,1	408	245	3	122	126	248
Žejski potok (2)	20	9,5	8,1	361	203	13	155	61	216
Pikeljca (3)	15	9,2	8,1	339	190	10	116	84	200
Šebalkove ponikve (4)	2	10,6	8,0	430	255	-3	138	114	252
Potok za Godovičem (5)	3	11,1	8,1	554	306	26	160	120	280
Lome (6)	2	10,1	8,0	223	123	-1	102	20	122
Vodice (7)	0,02 m ³ /s	8,2	8,1	260	140	5	131	14	145
Potok nad Črnim vrhom (8)	10	8,0	8,1	349	188	11	98	101	199
Zadlog (9)	2	8,9	8,1	476	270	7	140	137	277
Potok pri Habeč. br. (10)	4	8,6	8,0	366	213	4	109	108	217
Potok pri Koševniku (11)	10	9,7	8,1	364	210	7	107	110	217
Idrijca pred Divjim jezerom (12)	1,96 m ³ /s	9,5	8,0	316	183	-2	101	80	181
Divje jezero (13)	2,98 m ³ /s	8,6	8,1	243	162	5	111	56	167
Podroteja (14)	2,31 m ³ /s	9,3	8,0	306	167	7	112	62	174
Zala pred sotočjem (15)	0,338 m ³ /s	9,8	8,0	360	210	12	118	104	222
Zala pred kanjonom (16)		9,6	8,0	361	206	8	118	96	214

() oznake na sliki 1

Vodiški potok

Vodiški potok zbira vodo z 0,5 km² velike krpe krednega apnenca in z okrog 1 km² obsežne zaplate eocenskega fliša. Ta izdanja kot podlaga trnovskega nariva. Tu je flišna podlaga najvišje dvignjena, visi pa proti severozahodu, kamor naj bi bile usmerjene tudi podzemeljske vode (L. Placer, J. Čar, 1974). V flišu je nastala izrazita globel, nekakšna slepa dolina. Obdajajo jo apneniški hrbti z višinami med 1000 in 1200 m. Voda s flišnih in kraških bregov okrog Vodice se steka po naplavljeni ravnici v dnu globeli do požiralnikov na severozahodnem obrobju. Le nekaj metrov nad požiralniki je razmeroma širok dolinski preval, ki se nadaljuje z nizom suhih kraških globeli od Široke doline, Kanjega dola in Mrzlega loga do Malega Polja.

Površinsko in kraško zaledje ponikalnice na Vodiceh je omejeno po reliefnih in geoloških razmerah na okrog 1,5 km² površja v višini med 915 in 1240 m. Pretoki niso stalno opazovani, po občasnih meritvah so ocenjeni najnižji na 2 l/s, najvišji preko 300 l/s. Temperature so značilne za površinske vode v tej nadmorski višini. Potok pozimi zamrzne, pa tudi sneg na Vodiceh precej časa leži, sicer pa dosežejo temperature vode tudi 15° C. Prevodnost niha med 250 in 370 μS/cm, karbonatov je med 120 in 165 mg/l, razmeroma malo je Mg, le od 8 do 22 mg/l, tako da znaša razmerje Ca/Mg od 7 do 18.

KOMBINIRANI SLEDILNI POSKUS

S sodelavci Hidrometeorološkega zavoda SRS M. Kolbeznom, M. Zupanovo in N. Triščem smo pregledali izvirno in ponorno območje v zadnjih dneh oktobra in ugotovili ugodne hidrološke razmere za izvedbo sledilnega poskusa. Dne 28. 10. 1982 je bilo vse pripravljeno za obarvanje ponikalnic na Vodiceh in v Črnem Vrhju. V opazovalno mrežo smo zajeli izvire Divje jezero, Podroteja, za kontrolo pa smo zajeli tudi Idrijco pred Divjim jezerom. Da bi ugotovili morebitno raztekanje vode v druge obrobne izvire, smo opazovali tudi Vipavo, Hubelj in Ljubljano v Močilniku pri Vrhniku. Pred zlitjem barve v ponore so bili vzeti vzorci voda ponikalnic in navedenih izvirov. Sodelavci HMZ so opravili hidrološke meritve in pri Divjem jezeru postavili začasni vodomer. Ugotovili so naslednje pretoke: Vodice 20 l/s, Črni Vrh 15 l/s, Podroteja 2,31 m³/s, Divje jezero 2,98, Vipava 5,23, Hubelj 2,82 in Idrijca pred Divjim jezerom 1,96 m³/s.

Barvanje ponikalnice na Vodiceh

Za obarvanje ponikalnice na Vodiceh smo izbrali fluorescenčno organsko barvilo uranin, skupno 20 kg. Barvilo smo predhodno raztopili v 100 l v bližnji šupi ob ponikvah na Vodiceh, ker je bilo vreme zelo vetrovno. Barvilo smo vlili v potok okrog 100 m pred požiralniki, kjer je bilo okrog 20 l/s pretoka. Dne 28. 10. 1982 med 15.15 in 15.35 uro je vsa barva odtekla s površja v podzemlje.

Barvanje ponikalnice v Črnem Vrhu

Črnovrški potok s pretokom 15 l/s je izginjal v strugi takoj po zavoju proti vzhodu pri počitniški hišici, preden je dosegel prvi znani požiralnik v dolomitnem bregu. Struga potoka je bila od konca vrtnega zidu pri omenjeni hiši že suha. V 100 l vode smo raztopili 10 kg rodamina in ga ob počasnem mešanju sproti odlivali v strugo, kar je trajalo od 17.15 do 18. ure 28. 10. 1982. Barva je delno zastajala v plitvih tolmunih in se usedala po rastlinju in kamnih, povsem jo je spral s površja šele naslednji dež.

ZAJEMANJE VZORCEV V IZVIRIH

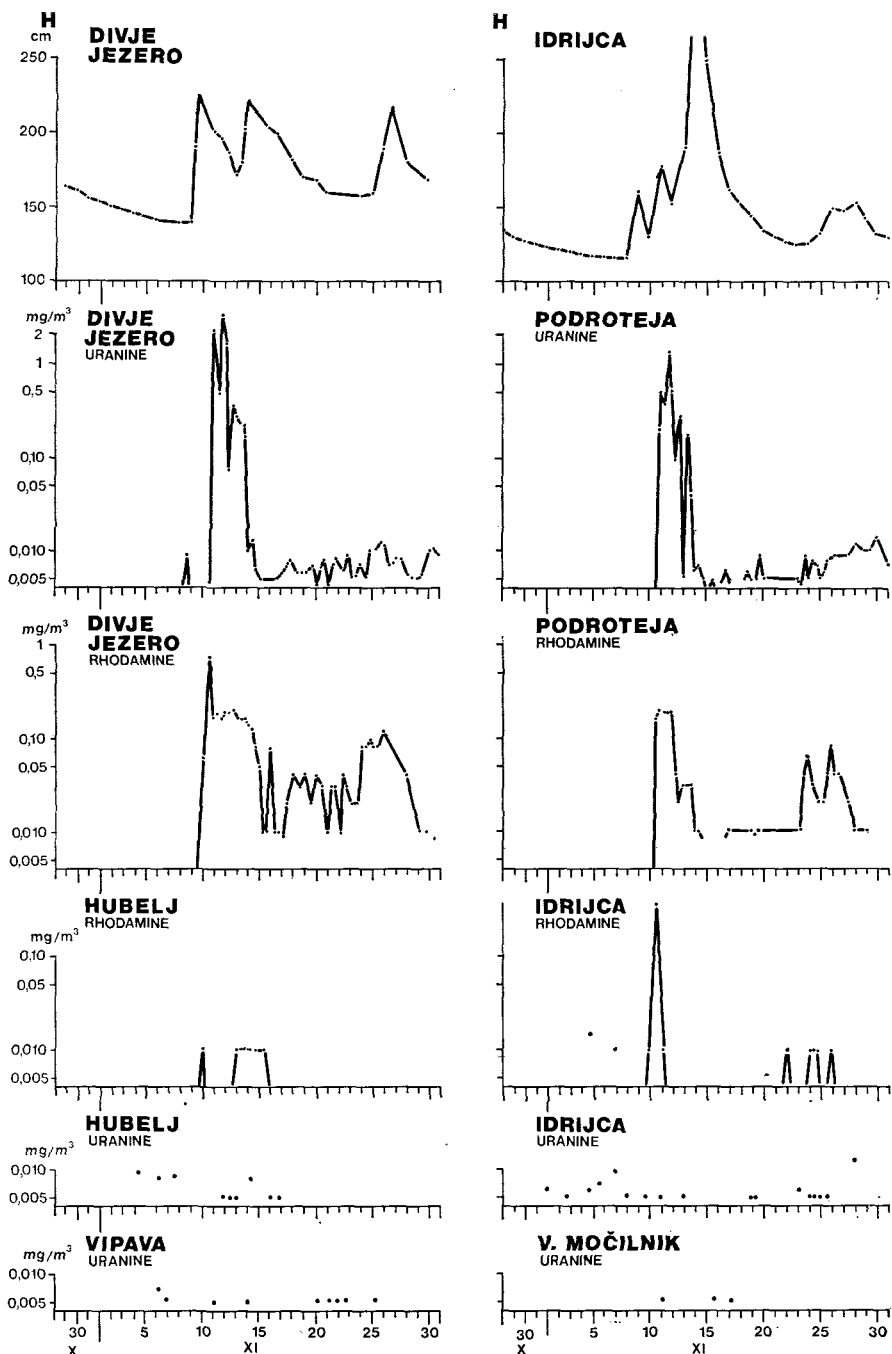
Opazovalci iz Idrije, Vipave, Ajdovščine in Vrhnike so zajemali vzorce vode v navedenih izviri od 29. 10. do 27. 11. 1982. Idrijco nad Divjim jezerom, Divje jezero in Podrotejo je zajemal tov. Fabjan iz Komunalnega podjetja Idrija trikrat dnevno. V Vipavi je dvakrat dnevno zajemala vzorce v izviri Pod farovžem gospodinja D. Robba, Hubelj je prav tako dvakrat dnevno zajemal vojak D. Ružič, Močilnik pri Vrhniki pa enkrat dnevno upokojenec J. Tršar. Opazovalci so bili zelo vestni in zanesljivi in so točno beležili vse potrebne podatke. Uvedena je bila tedenska kontrola opazovanja.

Pobrani vzorci so bili prepeljani v Ljubljano za analize, tedensko pa so bili odvzeti tudi vzorci vode za kemično analizo, ki je bila opravljena v laboratoriju Inštituta za raziskovanje krasa v Postojni. Za opravljene analize se mag. Janji Kogovšek in Marjanu Luzarju najlepše zahvaljujem.

Ko so po 27. 11. 1982 ugotovili v Ljubljani le sledove barvila v vzorcih, so bila opazovanja in vzorčevanja zaključena. Petkrat so bili odvzeti tudi vzorci v idrijskem rudniku ter enkrat slepi vzorci v vseh površinskih vodah v zaledju Podroteje. Skupno so bili tako zajeti in analizirani 404 vzorci, od tega je bilo obarvanih z uraninom 154, z rodaminom pa 120.

HIDROLOŠKE RAZMERE PRED IN MED SLEDENJEM

Vodne razmere so bile ob koncu oktobra razmeroma ugodne za izvedbo kombiniranega sledilnega poskusa. Prvi jesenski dež je že v začetku oktobra napolnil izpraznjene podzemeljske vodne kanale in tako so po zadnjem višku 25. 10. 1982 vode enakomerno upadale vse tja do 9. 11., ko je ponovni dež dvignil gladino v izviri in povečal pretoke. Višek padavin je bil v noči od 13. na 14. 10., ko so izredno narastle vode zlasti v Vipavski dolini. Hubelj je izviral iz najvišjih votlin, aktiven pa je bil tudi Lijak. Po tem nalivu so vode enakomerno upadale, ob manjšem deževju proti koncu novembra pa so spet nekoliko narastle. Vodne razmere med barvanjem so prikazane na hidrogramih Hublja, Podroteje in Divje jezera (sl. 3).



Sl. 3. Koncentracija in časovni razpored uranina in rodamina v izvirih Podroteja, Divje jezero, Idrija, Hubelj, Vipava in V. Močilnik po sledenju na Vodica in v Črni Vrhu

Fig. 3. Concentration and temporal distribution of Uranine and Rhodamine in the springs Podroteja, Divje jezero, Idrija, Hubelj, Vipava and V. Močilnik after tracing test on Vodice and Črni Vrh

REZULTATI KOMBINIRANEGA SLEDENJA

Vzorke opazovanih izvirov je analizirala inž. Martina Zupan, sodelavka HMZ SRS, po ustaljeni metodologiji (glej 3. SUWT, 1976). Rezultati so grafično prikazani na sliki 3 in v tabeli 2.

TABELA 2: Podatki o sledenju na Vodica in v Črnem Vrhu
V o d i c e (915 m), 28. 10. 1982, 15.30, uranin 20 kg, Q 20 l/s

Izviri	Pojav sledila	H (m)	Q m ³ /s	D km	T h	V m/h
Divje jezero	11. 11. 16 ^h	302	2,98	11,9	336	35
Podroteja	11. 11. 7 ^h	295	2,31	12,4	327	39
Idrijca pred Divjim jezerom	10. 11. 17 ^h	310	1,96	11,0	313	35
Hubelj	6. 11. 17 ^h	220	2,82	13,5	217	62
Vipava	6. 11. 17 ^h	98	5,23	10,0	217	46
Ljubljana	(11.—17. 11)	290		18,5	340	54

Č r n i V r h (680 m), 28. 10., 18.00, rodamin 10 kg, Q 15 l/s

Izviri	Pojav sledila	H (m)	Q m ³ /s	D km	T h	V m/h
Divje jezero	10. 11. 7 ^h	302	2,98	6,1	300	20
Podroteja	10. 11. 7 ^h	295	2,31	6,5	300	22
Idrijca pred Divjim jezerom	10. 11. 7 ^h	310	1,96	5,8	300	19
Hubelj	13. 11. 7 ^h	220	2,82	10,0	372	27

UGOTOVLJENE ZVEZE VODIŠKEGA POTOKA

Nedvoumno je dokazana zveza ponikalnice na Vodica z izviri Podroteje in Divjega jezera. Prvi so oddaljeni od ponora 12,4 km, drugi pa 11,9 km, višinska razlika znaša 620 m. Za to pot z navideznim strmcom od 45 do 50 ‰ je potrebovala obarvana voda 327—336 ur, to je polnih 14 dni. Navidezna hitrost podzemeljskega toka znaša potemtakem komaj 35—39 m/h. V Divjem jezeru se je pojavila barva že tri dni prej, to je 8. 11. ob 16.30, vendar je v vzorcih naslednjih dveh dni ni bilo zaznati. V tem času se je namreč izdatno povečal pretok. Domnevamo, da je dež najprej izpodrinil iz podzemlja neobarvano vodo in barva je šele sledila vrhu vodnega vala. Barvni val se je v Podroteji in Divjem jezeru pojavil istočasno, ne glede na majhno razliko v oddaljenosti obeh izvirov. Zanimivo pa je, da v Podroteji barve ni bilo zaslediti že ob prvem pojavu v Divjem jezeru.

Na razlike v hidromehanizmu ožjega zaledja obeh izvirov opozarjajo tudi razlike v koncentracijah, saj so zabeležene koncentracije v Podroteji znatno manjše od onih v Divjem jezeru. To se sklada s hitrejšim in bolj neposrednim odtokom kraških podzemeljskih voda iz skupnega zaledja skozi Divje jezero. V Podroteji so se očitno mešale obarvane vode z neobarvanimi iz drugega dela kraškega zaledja. Določena izoliranost vodnih poti v ožjem zaledju Podroteje in Divjega jezera se odraža bolj v časovnem razporedu kot v različni koncentraciji sekundarnih barvnih valov ob koncu novembra, ko so pretoki ponovno narastli. Podobne razlike so tudi v obarvanosti z rodaminom, ki predstavlja hidrološko zvezo obeh izvirov s ponikalnico v Črnem Vrhu.

Manj izrazita je podzemeljska vodna povezanost ponikalnice na Vodica h s Hubljem in Vipavo ter nezanesljiva z izviri Ljublanice v Močilniku. V vseh treh izviri h je sicer ugotovljena barva v zelo nizkih koncentracijah. V Hublju so se pojavili sledovi uranina že dva dni prej kot v Divjem jezeru (16. 11. ob 17. uri do 8. 11. ob 7. uri). Ko pa so pretoki narastli, se je barva pojavljala le v posameznih vzorcih in ne več sklenjeno. Zanimivo je, da se je na podoben način in prav v istem času pojavila sled barve tudi v izviri h Vipave. Ta skladnost omogoča, da ugotovljene sledi v Hublju in Vipavi dejansko povezujemo z barvanjem ponikalnice na Vodica h.

Glede na podobno izdatnost vseh treh velikih kraških izvirov Vipave, Hublja in Podroteje z Divjim jezerom lahko po rezultatih sledenja od 28. 10. do 27. 11. 1982 ugotovimo, da odteka pretežni del podzemeljskih voda iz območja Vodice proti Idrijci, manjši del pa odteka hkrati tudi v izvire Vipave in Hublja. Prav tako smemo računati z delnim odtekanjem podzemeljskih voda iz območja Vodice tudi v izvire Ljublanice, saj se je v Močilniku trikrat pojavil uranin v dnevni h vzorcih in to 11. ter 16. in 17. 11., kar se sklada s potekom osrednjega vodnega in barvnega vala. Vodice že po svoji hidrogeološki legi pripadajo zaledju Podroteje in Divjega jezera, so pa očitno na pomembnem hidrografskem razvodju, ki je bilo s tem barvanjem prvič vsaj nakazano. Kljub temu ostajajo dvomi in izvor uranina v sosednjih kraških izviri h.

K pomislekom nas navaja nesklenjeno pojavljanje uranina v izviri h Podroteje in v Idrijci nad Divjim jezerom že v času pred prvim pojavom barvila v Divjem jezeru in pravim barvnim valom v Podroteji sami. Pri iskanju vzrokov in razlage za ta pojav smo ugotovili, da so bile pred letom dni barvane ponikalnice na Vojskem prav tako z uraninom in rodaminom in da se je barva dalj časa pojavljala v izviri h ob Idrijci. V poročilu HMZ SRS o tedanjem barvanju (J. Čar, 1982) je omenjeno dolgotrajno iztekanje sledil v obe smeri proti Idrijci in Kanomljici. V raztegnjeni opazovalni dobi, od 5. 11. 1981 do 3. 2. 1982, je bil ugotovljen razmeroma majhen delež povrnjene snovi v izviri h, le 5 % oziroma 13 %. Čeprav so kontrolne analize 22. in 23. 4. 1982 bile v vseh primerih negativne, pa prisotnosti barvila v zaledju Idrijce še ni mogoče povsem izključiti. Očitno enkratni slepi vzorci še niso dovolj zanesljivi, ker se tudi sicer ob višku barvnega vala pojavlja barvilo v izviri h nesklenjeno. Takšna zakonitost občasnega iztekanja sledil je značilna zlasti za manjše ponikalnice z večjo višinsko razliko in značilno razpoklinsko mrežo prevodnikov v heterogenih in nezalatih kraških hidrografskih conah.

Upravičeno torej dvomimo, ali izvira uranin enako kot rodamin v Idrijci iz obarvanih ponikalnic na Vojskem, ali iz Vodice oziroma Črnega Vrha. Predčasnega pojava sledov uranina v Podroteji pa zaenkrat še ne znamo pojasniti. Morda so to sledovi starejšega sledilnega poskusa, ki ga je prav tako opravil HMZ na hotenjskih ponikalnicah, o čemer pa nimamo poročil.

UGOTOVLJENE ZVEZE ČRNOVRŠKEGA POTOKA

Podobne hidrološke zveze, kot z uraninom iz Vodice, so ugotovljene tudi z rodaminom iz Črnega Vrha. Začetek barvnega vala je v Divjem jezeru zabeležen 10. 11. ob 7. uri, višek pa še istega dne ob 16.30. Sklenjen in enakomeren barvni val je nato trajal do 14. 11., z manjšimi presledki pa še tja do 27. 11., nakar se je koncentracija rodamina v Divjem jezeru zelo znižala. Izviri Divjega jezera in Podroteje so od požiralnika Črnovrškega potoka oddaljeni 6,1 in 6,5 km, višinska razlika pa znaša 380 m in strmec 55 do 60 ‰. Za to pot je barva potrebovala 300 ur, kar da navidezno hitrost okrog 20 m/h. Ti podatki odražajo navidezno neskladnost, da se bližnje ponikalnice z večjim strmcem počasneje pretakajo od bolj oddaljenih. Takšne razmere pa si moremo pojasniti z vodnim valom, ki je sledil obdobju počasnega upadanja pretokov in zmanjšanja hitrosti podzemeljskih tokov. Vodni val je očitno pospešil odtok obarvane vode iz skupnega zaledja, zato se je rodamin pojavil le dan poprej kot uranin iz 12 km oddaljenih Vodice.

Nerazumljiva je izredno visoka koncentracija rodamina v Idrijci dne 10. 11. ob 17. uri, ki se sklada z viškom tega barvila v Divjem jezeru in Podroteji, slednjega celo znatno presega. Pojava ne moremo razložiti z ostankom sledila v Idrijci po barvanju ponikalnic na Vojskem, pa tudi ne z morebitno zamenjavo steklenic med vzorčevanjem ali analizo. Pojav ostaja nepojasnen, ker ni znan ustrezen izvir ob Idrijci nad Divjim jezerom; obstaja pa možnost, da se kraška voda neposredno preliva v površinsko Idrijco in zato tudi uranin v Idrijci nad Divjim jezerom lahko izvira iz Vodice in z Vojskega.

SKLEP

Po predhodnih geoloških, morfoloških in hidroloških preučitvah visokega krasa med Idrijco in Vipavo ter Ljublanico je bil dne 28. 10. 1982 izveden kombiniran sledilni poskus z barvanjem ponikalnice na Vodicih z 20 kg uranina in v Črnem Vrhu nad Idrijo z 10 kg rodamina. Po enomesečnem opazovanju 6 do 18 km oddaljenih izvirov Podroteje, Divjega jezera, Idrijce pred Divjim jezerom, Hublja, Vipave in Ljublanice v Močilniku pri Vrhniku so bile ugotovljene zanesljive zveze ponikalnice na Vodicih z Divjim jezerom in Podrotejo, šibkejšje zveze pa s Hubljem in Vipavo ter dvomljive z Idrijco in Ljublanico.

Zanesljivo je dokazana tudi zveza ponikalnice v Črnem Vrhu z Divjim jezerom in Podrotejo, manj izrazita s Hubljem in nezanesljiva z Idrijco. Poleg tega je uspešno izveden sledilni poskus nakazal nekatere posebnosti pretakanja

vode v zaledju omenjenih izvirov. Navidezne hitrosti iz bližnjih požiralnikov v dolomitu so manjše od tistih iz oddaljenejših ponikalnic na stiku fliša in apnenca. Hitrejši so tudi stranski dotoki z Vodice proti Hublju in Vipavi od glavnih proti Podroteji.

Sledovi barvila v površinski Idrijci nad Divjim jezerom opozarjajo na potrebne daljše sklenjene kontrole sledil pred poskusom. Nezanosljivi sporadični pojavi sledil so lahko posledica sunkovitega pretakanja in neenakomernega mešanja ob deževnih valovih, ali pa so drugotnega izvora zaradi onesnaževanja oziroma prejšnjega sledenja. Za razjasnitev teh vprašanj bodo potrebne še sistematične raziskave v vseh obravnavanih izviri. Z nadaljnjim študijem in poskusi naj bi izpopolnili sedanje izsledke in jih uporabili pri praktični zaščiti vodnih virov.

VIRI IN LITERATURA

- Buser, S., 1965: Geološke razmere v Trnovskem gozdu. Geografski vestnik, 37, 123—135, Ljubljana.
- Čar, J., 1982: Raziskave vodnih virov Vojskarske planote. Fazno poročilo za 1981—82. RPC Idrija, Atelje za projektiranje. Rokopis, Idrija.
- Gospodarič, R., Habič, P., 1976: Underground Water Tracing. Investigations in Slovenia 1972—1975. Institute for Karst Research, Ljubljana.
- Habe, F., Hribar, F., Štefančič, P., 1955: Habečkov brezen. Acta carsologica, SAZU I, 1955, 25—39.
- Habič, P., 1966: Hidrografski problemi visokega krasa med Idrijco in Vipavo. Geografski obzornik, XIII, 3—4, 104—108.
- Habič, P., 1968: Kraški svet med Idrijco in Vipavo. SAZU, Inštitut za geografijo, 11, 1—243, Ljubljana.
- Habič, P., 1970: Hidrogeološke značilnosti visokega krasa v odvisnosti od geomorfološkega razvoja. Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov, 2, 125—133, Ljubljana.
- Habič, P., 1972: Hidrografske značilnosti Divjega jezera in njegovega kraškega zaledja. Kulturni in naravni spomeniki Slovenije, zvez. 30, 7—14.
- Habič, P., 1980: Kraško zaledje in možnosti zaščite vodnih virov na Goriškem. Arhiv IZRK, rokopis, Postojna.
- Hötzl, H., V. Maurin, J. G. Zötl, 1976: Results of the Injection of Lycopodium Spores. Underground Water Tracing, Investigations in Slovenia 1972—1975. Institute Karst Research, 167—181, Ljubljana.
- Krivic, P., A. Praprotnik, 1975: Nove raziskave sifonov v porečju Ljubljane. Naše jame, 17 (1974), 123—135, Ljubljana.
- Mlakar, J., 1969: Krovna zgradba Idrijsko-žirovskega ozemlja. Geologija, 12, 5—72, Ljubljana.
- Mencej, Z., 1972: Padavinsko zaledje kraških izvirov pri Podroteji in Divjega jezera. Geološki zavod Ljubljana. Rokopis, arhiv K-II-30 d/c-1/138.
- Placer, L., 1973: Rekonstrukcija krovne zgradbe idrijsko žirovskega ozemlja. Geologija, 16, 317—334, Ljubljana.
- Placer, L., Čar, J., 1974: Problem podzemeljske razvodnice Trnovskega gozda, Križne gore in Črnovrške planote. Acta carsologica, VI, 79—93, Ljubljana.
- Savnik, R., Gantar, J., 1959: Kraško podzemlje na Idrijskem. Acta carsologica, SAZU, II, 107—155.

WATER TRACING TEST ON THE KARST WATERSHED AMONG IDRIJCA, VIPAVA AND LJUBLJANICA

Summary

In NW part of Dinaric karst (Slovenia, Yugoslavia) different structure units are jointed between the valleys of Idrijca and Vipava and Notranjsko podolje and Postojna basin. The high karst Plateaus Nanos, Hrušica and Trnovski gozd belong to them. From about 300 km² of the surface abundant precipitations, from 1500 to 3000 mm per year, are draining off undergroundly to karst springs of Idrijca and Vipava, belonging to Adriatic water basin and to Ljubljana, belonging to Black Sea water basin. On the watershed area there are few smaller sinking streams only, flowing off Triassic dolomite and Eocene flysh into Jurassic and Cretaceous limestones. As the waters in karstified limestones discharge irrespective of overthrust structure units, there was not possible to prove neither by geological (L. Placer, J. Čar, 1974) nor by geomorphological-hydrographical method (P. Habič, 1966—1980) the background of particular springs. By water tracing on Vodice (20 kg of Uranine) and near Črni Vrh above Idrija (10 kg of Rhodamine) in October 1982 the discharge of the underground waters into 10—13 km distant springs of Podroteja and Divje jezero near Idrijca and to Vipava and Hubelj springs has been proved. There is the possibility of flowing off from Vodice towards Ljubljana (18,5 km) too, while the wider area of karst bifurcation on Adriatic-Black Sea watershed, which was proved for the first time between Idrijca and Ljubljana (Hötzl, V. Maurin, J. Zötl, 1976) by water tracing on Vodice which has shown the connections between Ljubljana and Vipava too, has to be established by additional water tracings. The sporadic appearance of used tracers in Idrijca and other observed spring has to be checked, as this could be either the result of peculiar karst discharge in high karst or showing secondary origin of the tracers (pollution, previous tracing etc.). Because of injection of dyes into springs where karst and superficial waters are mixed, they could not be measured quantitatively and it was impossible to find out the share of returned tracers. The differences in the velocity of discharge are interesting, as the waters from the neighbour background flows one to two times slower (20 m/h) than this from more distant ones (40—60 m/h). The reasons can be in geological setting, dolomite nappe, or in hydrology, the rainfall pulse. The stated connections and velocities are important for protection of rich water sources background.