

## PRILOG POZNAVANJU HIDROGEOLOŠKIH ODNOSA OKOLICE PLITVIČKIH JEZERA

*Ante Polšak*

Hidrogeološki odnosi šire okolice Plitvičkih jezera bili su do sada malo istraživani. U radovima ranijih istraživača imamo o ovim odnosima vrlo malo podataka, koji se većinom sastoje od nabiranja ili eventualnog kratkog opisivanja značajnijih vrela, bez objašnjavanja njihova karaktera i načina postanka. Nešto opširnije su do sada prikazani opisi pećina i ponora, kao i mišljenja o postanku samih jezera (KOCH 1916, 1926, 1933, POLJAK 1914, ROGLIĆ 1951). Međutim pravu hidrogeološku sliku ovog područja nije niti bilo moguće izvesti, jer su tadašnja geološka istraživanja bila nepotpuna, a veći dio interpretacije geološke građe nije odgovarao stvarnom stanju.

Rezultati novih paleontoloških nalaza (KOCHANSKY 1956, 1958) i detaljnih geoloških istraživanja (POLŠAK 1957, 1958) pokazali su, da mnoge debele serije sedimentata imaju znatno drugačiji stratigrafski položaj nego što se to do sada držalo. To je bitno izmijenilo dosadašnju interpretaciju tektonske građe tog područja, što je dovelo do sasvim novih rezultata u rješavanju mnogih hidrogeoloških problema. Osobito je bilo važno utvrditi hidrološku funkciju i odnos pojedinih stratigrafskih elemenata, kao i objasniti postanak i karakter mnogih jakih vrela na ovome području. Istraživanja u tom smjeru izvršio sam 1957. god. uz novčanu pomoć Jugoslavenske akademije u Zagrebu, a kao važan putokaz u mojem radu u okolici Plitvičkih jezera poslužili su mi rezultati hidrogeoloških istraživanja šireg područja Ličke Jesenice, koja je izvršio sa svojom ekipom M. HERAK (1956).

U hidrogeološkom pogledu za područje Plitvičkih jezera osobito su značajne naslage dolomita gornjeg trijasa, koji je ujedno najstariji sediment na ovome području. Trijaski dolomit je odlično slojevit, najčešće sive, a katkada i smeđaste boje, s vrlo rijetkim ulošcima dolomitičnog vapnenca. Trošenjem se lako raspada u oštro kockasto kršje po čemu se bitno razlikuje od trošenja krednog dolomita (tab. I, sl. 1). Osim toga na njegovu području nema tipičnih krških oblika, kojima se inače odlikuje kredni dolomit. Od svih stijena u okolici Plitvičkih

jezera trijaski dolomit je najslabije propustan i na ovom području uvijek vrši funkciju barijere, koja ne dopušta veću podzemnu cirkulaciju vode. Velika količina vode sa sabirnog područja krednih naslaga južno i zapadno od Plitvičkih jezera podzemnom cirkulacijom gravitira prema jezerima i uz rubno područje trijaskih naslaga tvori više jakih uzlaznih vrela. Također na području samog trijaskog dolomita ima niz silaznih cijednih vrela malog intenziteta, od kojih su najznačajnija ona u slivu potoka Rječice, koji se ulijeva u jezero Kozjak kod Glibovite drage. S toga razloga je područje trijaskog dolomita bogato vodom i ispresijecano normalnim površinskim tokovima. Spomenutu hidrološku funkciju tih naslaga dokazuje raspored vrela i vodenih tokova, kao i smještaj Gornjih jezera. Akumulacija vode u ovim jezerima vezana je isključivo na područje trijaskog dolomita.

Trijaski dolomit čini konkordantnu podlogu lijaskim naslagama, u koje postepeno prelazi, tako da je točnu granicu između tih dviju serija teško utvrditi. Lijaske naslage sastoje se u donjem dijelu od tamnosivog do crnog kristaliničnog dolomita i tamnosivog i modrikastog vapnenca, koji je tankoslojevit ili pločast i sadržava tanke proslojke lapora. Viši dijelovi ove serije sastoje se od deblje uslojenog vapnenca sa sporadičnim ulošcima kristaliničnog dolomita. Lijaski dolomit po fizičkim svojstvima i vodopropusnosti odgovora potpuno krednom dolomitu. Međutim na ovom području ne dolazi do izražaja u hidrološkom pogledu, jer je male debljine i većim dijelom dolazi u izmjeni s vapnencem. Njegovu propusnost, kao i propusnost cijelog donjeg dijela lijaske serije u velikoj mjeri smanjuju spomenuti ulošci lapora. Tako se osnovna barijera, koja priječi podzemnu cirkulaciju vode na ovom području, sastoji osim od trijaskog dolomita u svom gornjem dijelu i od spomenutih najstarijih lijaskih naslaga. Prema tome ovi sedimenti na području Plitvičkih jezera čine s trijaskim dolomitima jednu cjelinu u hidrogeološkom pogledu.

Sedimenti mlađeg dijela lijaske serije, koji i najvećim dijelom izgrađuju visove Kamenito brdo, Razdolje i Preku Kosu, sastoje se gotovo isključivo od uslojenog vapnenca. Po fizičkim svojstvima i hidrološkoj funkciji ove naslage se podudaraju s krednim vapnencima i pokazuju sve osobine tipičnog krša. To je i razlog, da je uz granicu spomenutih dvaju dijelova lijaske senije formiran niz cijednih vrela malog kapaciteta. Voda s relativno malog sabirnog područja Preke Kose i Razdolja silazi kroz spomenuti vapnenac do trijasko-lijaske nepropusne barijere u podlozi, gdje uz njezinu granicu izlazi na površinu. Nekoliko takvih vrela nalazi se na sjeveroistočnoj padini Preke Kose i Razdolja, i njihove male količine vode ulijevaju se najvećim dijelom u potok Sartuk. Drugi dio ove vrste vrela nalazi se na padini ispod Bigine poljane. Tamo ona stvaraju nekoliko slabijih tokova, od kojih je najjači potok Matijaševac, koji se ulijeva u jezero Kozjak.

Na sjeveroistočnom podnožju Razdolja nalazi se također vrelo potoka Plitvice. Ono je smješteno već uz spomenuti kontakt lijaskog vap-

nenca i trijasko-lijaske nepropusne barijere. Međutim po svom karakteru i velikoj količini vode vrelo potoka Plitvice se sasvim razlikuje od okolnih cijednih vrela. To je tipično krško vrelo. S obzirom na veliku količinu vode njegovo sabirno područje je vrlo veliko i zaprema vjerojatno širu okolicu Javornika. Rješavanje problema njegova postanka, kao i porijekla vode, koja ga napaja, zahtijeva opsežnija hidrogeološka istraživanja na mnogo širem području, i to osobito na terenu zapadno od tog vrela.

Kredni dolomit je u okolici Plitvičkih jezera slabo ili debelo uslojen (tab. I, sl. 2), gotovo uvijek kristaliničan i znatno šupljikav. Boje je najčešće sive, a katkada i bijele. Po načinu trošenja većinom se dobro razlikuje od trijaskog dolomita. Trošenjem dobiva pjeskovit izgled, a često postaje drobak i sipljiv, dok se trijaski dolomit raspada u oštro kršje. Reljef na području krednog dolomita odlikuje se mnogim krškim osobinama, i to osobito vrtačama (na pr. područje sela Uvalica, Čorkova uvala i t. d.) i ponorima (na pr. okolica sela Kuselj). Osim toga ovaj dolomit često stvara usamljene i visoko uzdignute stijene, koje se katkada nalaze u sasvim blagom i zaravnjenom području. Ove stijene imaju često izgled monolita vrlo čudnovatih oblika (tab. II, sl. 1). Na ovom području spomenuta pojava nikada se ne susreće u trijaskom dolomitu.

U hidrogeološkom pogledu kredni dolomit je u okolici Plitvičkih jezera stijena velike propusnosti i, osobito kada je tektonski jako poremećen, može se u njemu razviti komplicirani podzemni sistem cirkulacije vode, rezultat čega su i brojni krški oblici. Međutim mjestimično ova stijena ipak pokazuje manju propusnost od krednog vapnenca i može vršiti, osobito uz rasjedne linije, uspornu funkciju i biti uzrok formiranja uzlaznih vrela. Takvog karaktera je na primjer vrelo Ljeskovac, kojega se voda ulijeva u Bijelu rijeku. Općenito je područje krednog dolomita mnogo siromašnije vodom nego područje trijaskog dolomita. Cijedna vrela su ovdje također vrlo rijetka i malog intenziteta, te kroz ljetne mjesece presuše. Takvo je na primjer vrelo Točak na istočnoj padini Cigela. Najveći dio vode na području krednog dolomita ponire u dubinu i podzemnom cirkulacijom dopire do trijaskih i lijasčkih nepropusnih naslaga, gdje se formiraju jaka uzlazna vrela.

Naslage krednog vapnenca u okolici Plitvičkih jezera čine najpropusnije stijene na ovom području i po svojim hidrogeološkim osobinama podudaraju se s ostalim područjima tipičnog krša. Njihova velika debljina i jednodnost sastava uvjetovala je razvitak najrazličitijih krških oblika i razgranatu podzemnu cirkulaciju vode. Razvijen je znatan broj većih pećina i to osobito uz Donja jezera i uz gornji tok rijeke Korane. Osim toga velik dio tog vapnenog područja ima boginjav izgled zbog množine vrtača, a prisutno je i nekoliko ponora od kojih je najdublji ponor Čudinka na području Cigela. U dubokom kanjonu Korane, usiećenom u rudistnom vapnencu, smještene su i Donja jezera. Objašnjenje postanka tih jezera zahtijeva dalja hidrogeološka istraživanja na području prema Drežniku.

Na čitavom području krednog vapnenca ne postoji ni jedno vrelo. Normalni površinski tok zadržavaju na ovom području samo dva jaka vodotoka, i to potok Plitvice i rijeka Korana. Međutim voda manjih vodotoka, kao na primjer iz potoka u dolini Jezerce i vrela Kuselj, koja izvire i jednim dijelom protječe u trijaskom dolomitu, na kontaktu s krednim vapnencem ponire u podzemne kanale.

Iz izloženog se vidi, da hidrogeološka obilježja pojedinih naslaga na području Plitvičkih jezera nisu sasvim stalna i da u mnogome zavise o njihovom međusobnom položaju na različitim dijelovima ovog terena. Ovdje također osobito dolazi do izražaja tektonska građa, veća ili manja zdrobljenost i poremećenost naslaga, kao i njihova relativna debljina.

Međutim, glavno obilježje hidrogeološkim odnosima okolice Plitvičkih jezera daju dva duboka rasjeda, koji su posredni uzrok razvitku značajnih hidroloških pojava. Upravo na tim rasjednim područjima mogu se najbolje uočiti hidrogeološke funkcije pojedinih stratigrafskih elemenata, kako su gore iznesene. Spomenuta dva rasjeda ograničuju prema sjeveru, zapadu i istoku prodor trijaskih i lijaskih naslaga od okolnih krednih sedimenata. Naslage trijasa i lijasa izgrađuju u stvari horst produljenog oblika, koji se pruža približno u smjeru SSZ-JJI, a počinje kod Kuselja, prelazi preko područja Plitvičkih jezera i produžava se do u planinu Plješivicu.

Istočni rasjed pruža se od područja Saborskog preko Kuselja (HERAK 1956), zatim preko Sertić-poljane na selo Plitvice, te uz istočnu stranu jezera Kozjak, dolinom sela Jezerce i preko Prijeboja se produžava u Plješivicu. Uz ovu rasjednu liniju na širem području Plitvičkih jezera nalaze se u anormalnom kontaktu naslage rudistnog vapnenca gornje krede s trijaskim dolomitom. Prema tome ova linija ujedno čini granicu između vodom bogatog područja trijaskog dolomita i prostranog krškog područja na istoku u okolici Hrastovače, Lisine, Medvedača i t. d. U hidrogeološkom pogledu ona se potpuno razlikuje od zapadnog rasjeda i uz nju nema ni jednog izvora. Osim toga uz njezino pružanje se u podzemne kanale u rudistnom vapnencu gubi nekoliko slabijih vodotoka, koji izvire na trijaskom području (na pr. potok u dolini Jezerce i voda vrela Kuselj).

U hidrogeološkom pogledu osobito je zanimljiva i značajna zapadna rasjedna linija, koja se pruža od Kuselja, preko zapadne padine Preke Kose i Razdolja i zatim se preko Proščanskog vrha i doline Crne rijeke produžava dalje na jugoistok. Taj rasjed ograničuje sa zapadne strane vodonosni trijasko-lijaski horst od krškog područja Javornika. Uz njegov najveći dio dovedeni su u anormalni kontakt trijaski i lijaski sedimenti s naslagama krednog dolomita, a samo na malom području s krednim vapnencem. Uz ovu rasjednu liniju vezan je postanak niza jakih vrela, koja se sva slijevaju na trijasko područje, a njihova voda utječe većinom u Donja jezera, a jednim dijelom i u rijeku Koranu. Najjača i u hidrogeološkom pogledu najzanimljivija su vrela Kuselj, Mlinište i Crna rijeka. Kod analize postanka i karaktera ovih vrela

najbolje dolazi do izražaja prikazana hidrološka funkcija i odnos pojedinih stratigrafskih elemenata na ovom području.

Vrelo Kuselj smješteno je na početku istoimenog sela u blizini raskršća cesta za Saborski i Čorkovu uvalu. To je vrelo srednje jačine i nalazi se na sjecištu prije spomenuta dva velika rasjeda. Voda izlazi u blizini normalnog kontakta između trijaskog i krednog dolomita, a protječe sa sabirnog područja Velike Titre i Jelenskog vrha. Voda sakupljena na tom području podzemnom cirkulacijom kroz kredni vapnenac i dolomit nailazi uz spomenuti anormalni kontakt na nepropusnu barijeru od trijaskog dolomita, koji uzrokuje dizanje vode i formiranje rasjednog uzlaznog vrela. Značajno je napomenuti, da je barijera trijaskog dolomita na ovom mjestu već vrlo uska (širina 30–50 m), jer nešto dalje u smjeru sjevera ona završava u obliku klina na sjecištu rasjeda. Prema tome ovdje se najjasnije vidi važnost, koju ima trijaski dolomit u hidrološkim odnosima na ovom području. Usprkos male širine i velike zdrobljenosti na vrelu Kuselj njegova funkcija nepropusne barijere dolazi do potpunog izražaja. Voda iz ovog vrela nakon cca 20 m dugog toka po trijaskom dolomitu nailazi na rasjednu liniju Saborski-Prijeboj i pomire u rudistni vapnenac gornje krede (tab. II, sl.2).

Vrelo Mlinište nalazi se na istočnoj padini Preke Kose u smjeru južno od Kuselja. To je ujedno glavno vrelo potoka Sartuk, koji se kod Rodičevih kuća ulijeva u potok Plitvice. Ono je također uzlazno vrelo i podjednako je intenziteta kao i vrelo Kuselj, a postanak mu je vezan uz isti rasjed. Na samom izvorištu u anormalnom kontaktu s trijaskim dolomitom nalazi se slabo uslojeni i tektonski zdrobljen kredni vapnenac. Međutim pojas ovog vapnenca je vrlo uzak i prema zapadu se nastavlja u debele naslage dolomita, u kojem se nalazi i zajedničko sabirno područje vrela Mlinište i Kuselj.

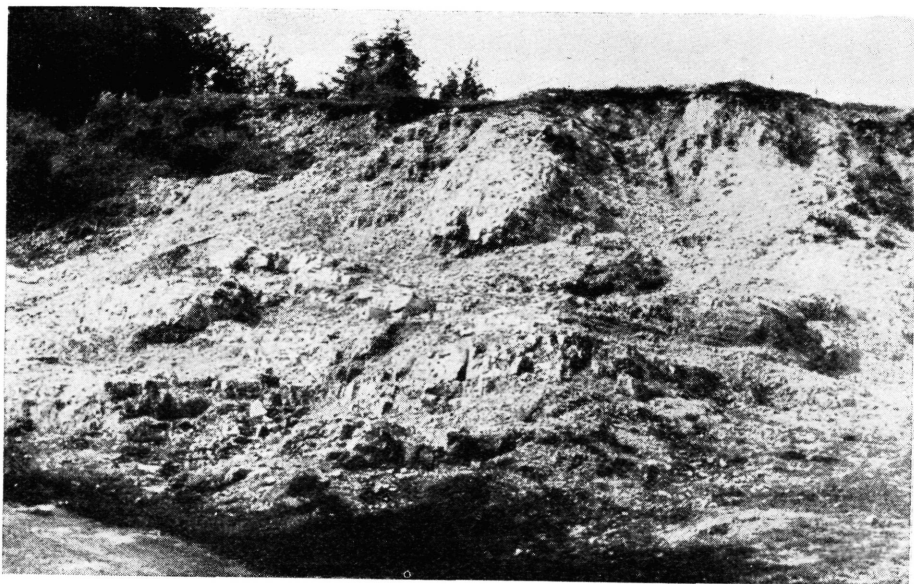
Uz južni dio iste rasjedne linije vezan je i postanak jakog krškog vrela Crne rijeke. Ovo vrelo zajedno s nizom slabijih napaja vodom istoimeni potok, koji se kod Plitvičkog Ljeskovca sastaje s Bijelom rijekom i zajedno utječe u Prošćansko jezero. Ova dva potoka daju najveći dio vode, koja je akumulirana u Plitvičkim jezerima. Vrelo Crne rijeke pripada također tipu rasjednih, uzlaznih vrela, ali je po količini vode znatno jače od Mliništa i Kuselja. Voda izvire ispod gotovo vertikalne klisure izgrađene od sivog i smeđastog krednog vapnenca, koji se nalazi u anormalnom kontaktu s trijaskim dolomitom. I ovdje trijaski dolomit odlično vrši uspornu funkciju nepropusne barijere. Znatna količina vode sa sabirnog područja Kika, Uvalice i Malog Javornika, naišavši descenzijom kroz kredni dolomit i vapnenac na ovu barijeru, diže se uz rasjednu plohu i izlazi na površinu. Od te vode formira se tok, koji najvećim dijelom protječe trijaskim naslagama, a manjim dijelom kroz kredni dolomit (tab. I, sl. 2). Jedan dio vode s ovog sabirnog područja formira nešto dalje prema jugoistoku niz vrelo pod nazivom Napojište i vrelo Vrelce, koje se nalazi ispod sela Uvalice. Ova

vrela nalaze se uz istu rasjednu liniju kao i vrelo Crne rijeke i po svim obilježjima sasvim se podudaraju s prije opisanim vrelima. Voda iz tih vrela utječe nešto sjevernije u Crnu rijeku.

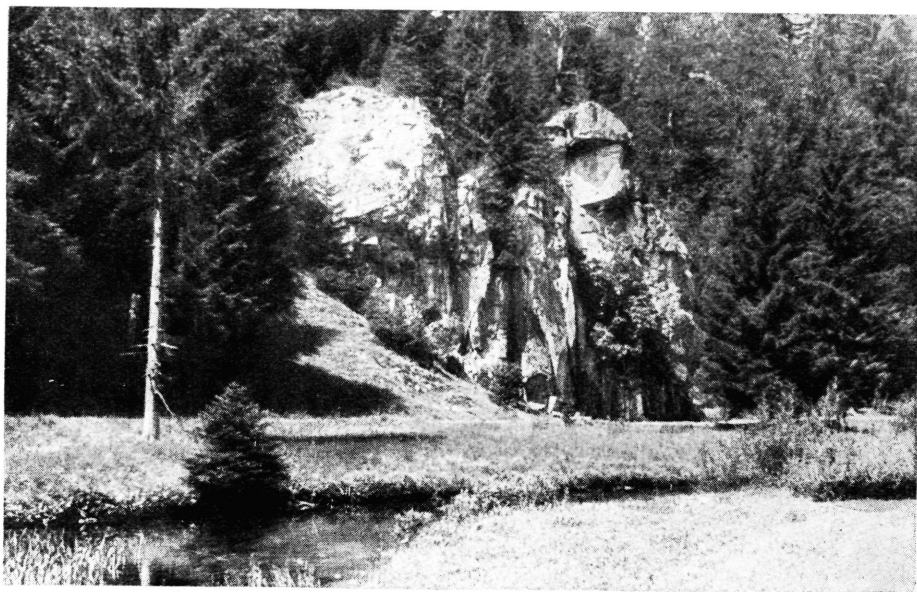
Iz ovog prikaza vidljivo je, da se nakon novih rezultata geoloških istraživanja i hidrogeološki odnosi okolice Plitvičkih jezera pojavljuju u sasvim novom svijetlu. Pronađeno je objašnjenje za mnoge značajne hidrogeološke pojave, koje su u prijašnjoj geološkoj interpretaciji bile nelogične. Ovo se osobito tiče prodora trijaskih i lijaskih naslaga, koji igra vrlo važnu ulogu u općem hidrogeološkom sklopu okolice Plitvičkih jezera i koji je jedan od važnih uzroka akumulacije velike količine jezerske vode u ovom krškom području.

#### LITERATURA

- Herak, M.*, (1956): O nekim hidrogeološkim problemima Male Kapelc. Geološki vjesnik 8-9, Zagreb.
- Koch, F.*, (1916): Izvještaj o geološkim odnosima u opsegu lista Plitvice. Vijesti geol. povj. 1, Zagreb.
- Koch, F.*, (1926): Plitvička jezera. Prinos poznavanju tehnike i hidrografije krša. Vijesti Geol. zav. 1, Zagreb.
- Koch, F.*, (1933): Tumač geološkoj karti »Plitvice«. Beograd.
- Kochansky-Devidé, U.*, (1956): Makro- und mikrosphärische Generation der Orbitopsella praecursor im Lias von Plitvice (Kroatien). Bull. scient. Cons. Acad. R. P. F. Yougosl., Lettres, T. 3, No. 2, Zagreb.
- Kochansky-Devidé, U.*, (1958): Izmjena generacija vrste Orbitopsella praecursor u lijasu Plitvica. Geol. vjesn. 11, Zagreb.
- Poljak, J.*, (1914): Pećine hrvatskoga krša. II. Pećine okoliša Plitvičkih jezera, Drežnika i Rakovice. Prir. istraž. Jug. akad. 3, Zagreb.
- Polšak, A.*, (1957): Sur les rapports géologiques des lacs de Plitvice en Croatie. Bull. scient. Cons. Acad. R. P. F. Yougosl., Lettres, T. 3, No. 2, Zagreb.
- Polšak, A.*, (1958): Geološko istraživanje okolice Plitvičkih jezera. Ljet. Jug. akad. 63, Zagreb.
- Roglić, J.*, (1951): Unsko-koranska zaravan i Plitvička jezera. Geomorfološka promatranja. Geograf. glasnik 13, Zagreb.



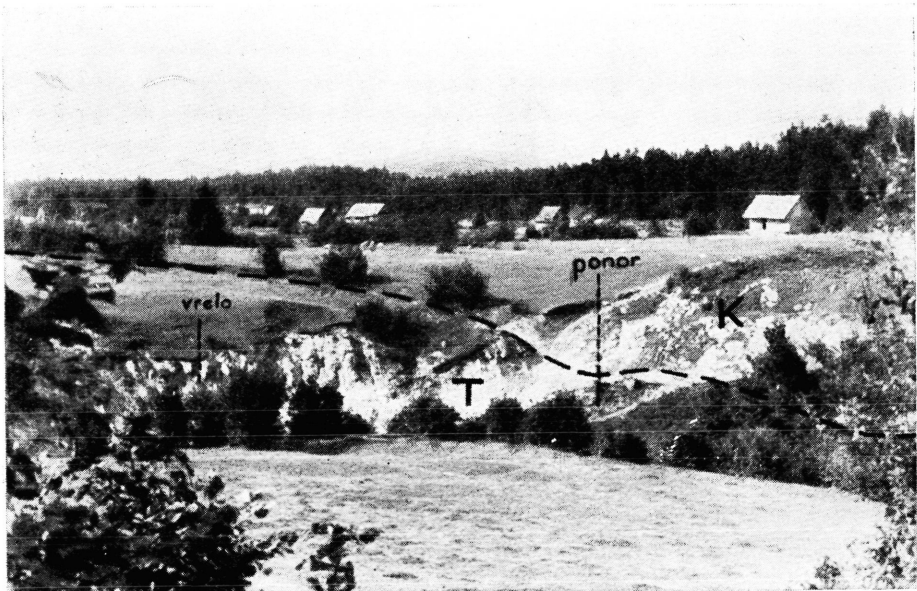
*Sl. 1. Izdanak trijaskog dolomita kod novog hotela u Plitvičkom Ljeskovcu.*



*Sl. 2. Dolina Crne rijeke s izdankom krednog dolomita.*



Sl. 1. Karakteristični oblik izdanka krednog dolomita, Selo Uvalica, jugoistočno od Plitvičkog Ljeskovca.



Sl. 2. Urelo Kuselj. Voda iz vrela nakon kratkog toka ponire uz rasjednu zonu u rudistni vapnenac. Crtkanom linijom označen je rasjed Saborski-Prijeboj.  
T = trijaski dolomit, K = rudistni vapnenac gornje krede.