

KRAS V OKOLICI VELIKIH LAŠČ (Primer plitvega dolomitnega krasa na Dolenjskem)

Janja Kogovšek in Andrej Kranjc,
Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna

1. Lega in velikost

Laška pokrajina je ozemlje s pretežno neprepustnimi permokarbonskimi kaminami, obdana s kraškim svetom Notranjske in Dolenjske. Je nekakšen otok nekraškega sveta, sveta z normalno razvito hidrografsko mrežo sredi krasa (Petrič 1976). Prav v osrčju te pokrajine, pod Velikimi Laščami in v njihovi okolici pa je »kraška krpa«, ki jo na kratko imenujemo kar laški kras.

Ta kraška krpa je velika približno 1 x 2 km. Na S in W jo omejujejo griči iz neprepustnih paleozojskih in triadnih kamnin, na E prelomna prertrta (milonitna) cona v vznožju Male gore in Ribniška Mala gora, na N pa dolina Raščice, stalni potok Raščica in njeno aluvijalno dolinsko dno.

Neprepustno obrobje grade kremenovi konglomerati in peščenjaki s precej sljude in lečami hematita, limonit ter glineni skriljevci. Triadne kamnine so pretežno dolomiti z vložki skriljevcev, peščenjakov, laporjev, konglomerata, apnencev in boksita (Ramovš & Kochansky–Devidé 1965; Buser, 1974).

Laški kras grade (po geološki karti list Ribnica 1 : 100.000) zgornjetriadni (norijski in retijski) pasasti in zrnati dolomit z vložki svetlosivega apnenca.

Videz kamnine same kot tudi površja laškega krasa kaže, da gre za različne tipe dolomita oziroma za kamnine, različno podvržene zakrasevanju – ponekod je površje gladko in takorekoč ravno, drugje pa je vrtačasto in z vhodi v kraške jame. To potrjujejo tudi posamezne analize: vzorec kamnine, vzet iz vhodnega dela jame Vratnice na S robu laškega krasa, ki je po geološki karti dolomit, je po Folkovi klasifikaciji biomikrit, to je apnenec, v katerem so izsušitvene pore zapolnjene z dolomitom (dolosparitom) in v katerem je opazen proces dolomitizacije okolnega kalcita. Glede na razmerje kalcit-dolomit je kamnina »dolomitski apnenec« s 70 % CaCO_3 (Kranjc 1977).

2. Površje in hidrologija

Že zgoraj je bilo na kratko povedano tudi o površju. Gre za v grobem uravnan in deloma vrtačast svet v nadmorski višini dobrih 500 m. Površje visi od S (550 m n.m.) proti N (500 m). Vrtač je več v N in manj v E delu tega krasa. Prehod z normalnega v kraški relief je ponekod skoraj neopazen (med Retjem in Velikimi Laščami), drugod ga označujejo predvsem ponori (n. pr. Cereje pod Velikimi Laščami), ponekod pa je prehod izrazit in tam zbujajo laški kras vtis planote. Tako je predvsem na S in W strani, kjer so potoki zarežani v normalno površje oziroma v kontakt, nad dolinicami pa se dviga strmi, do 10 m visoki rob dolomitne planote (nad Ločico in Predvratnico).

Ne toliko kot po videzu površja, se laški kras loči od vododržnega sveta po hidrografskih svojstvih. Manjši potoki, ki izvirajo v gričevju iz paleozojskih kamnin S od Velikih Lašč, na stiku z laškim krasom ponikajo (Cereja, Vrbovec, Predvratnica). Izjemi sta Ločica (Brod), ki teče po W robu laškega krasa (po geološki meji) in Raščica, ki ga na N prereže in se obdrži še nekaj časa na površju kot alogena reka, zahvaljujoč vodnatosti in sedimentom.

Na W robu laškega krasa je relativno močan kraški izvir (Puške) Peči, sicer pa je voda dostopna še na dveh mestih. V E delu, kjer je kamnina bolj dolomitna in zdrobljena, izvira iz močila majhen studenec Beč, teče nekaj časa po površju, po relativno globoko vrezani dolini in na stiku z apnencem ponika. Skoraj sredi kraške uravnave je večja vrtača Zajčjak ali Šumnik z vodnim tokom na dnu.

Tudi s hidrološkega stališča je laški kras pravi kras: na njegovem obrobju vode ponikajo oziroma izvirajo, skozenj se pretakajo po prevotljeni notranjosti. Zanimiv je pojav vodnega toka v vrtači Zajčjak – tok, ki napaja to vrtačo, je le 5–10 m pod površjem. Tudi izvir Peči kaže na podzemeljski tok relativno blizu površja – voda priteka na dan okoli 15 m pod površjem, a ne v dnu doline potoka Ločice, temveč kakih 5 m više, v pobočju.

Kam teče voda Predvratnice, ki ponika v jamo vratnico, in odkod priteka voda v vrtačo Zajčjak ter v izvir Peči, je zanimalo že prve avtorje opisov tega krasa (Tomšič & Ivanc 1887). Gre za dve domnevi: ali teče voda iz Vratnice skozi Zajčjak v Peči (te možnosti sodobni hidrologi niso v celoti podrpli) ali pa neposredno iz Vratnice v Podpeško jamo na Dobropolju (Forster 1922).

Deloma zato, deloma pa zaradi majhnega pretoka in razdalj, sva se odločila, da s pomočjo sledila ugotoviva nakazane podzemeljske vodne zveze in nekatere druge značilnosti tega krasa.

3. Sledilni poskus

Smo opravili s pomočjo drobne kuhinjske soli (NaCl) kot sledila. Izvedli smo ga v stabilnem vremenu. 13. 4. 1987, ko smo pričeli s poskusom, je bil pretok Predvratnice 8 l s^{-1} , pretok potočka v Zajčjaku pa približno 14 l s^{-1} . Znano je, da se v Vratnici pridruži Predvratnici studenec Vrbovec ter nekaj vode z bližnjega pobočja, ki priteka v jamo skozi sediment. Pretok izvira Peči je bil po oceni enak tistemu v Zajčjaku.

Pred vhomom v Vratnico smo v Predvratnico v nekaj minutah vlili 30 kg raztopljene soli. Opazovali smo izvire v Zajčjaku, Beč in Peči ter nekaj bližnjih potokov na ponorih (Cereja, Vrbovec, Predvratnica, Ločica). Pred pričetkom poskusa smo zajeli ničelne vzorce.

Na opazovanih mestih smo merili specifično električno prevodnost (SEP), ki podaja količino prisotnih ionov (enota $\mu\text{s cm}^{-1}$ = mikro Siemens na cm). Vzporedno smo določevali tudi vsebnost kloridov, že takoj na terenu, kar nam je omogočilo takojšnje ugotavljanje koncentracijske krivulje in trajanja opazovanj.

V času 12 ur in pol po injiciranju soli smo v izviru v Zajčjaku zabeležili prvo povečanje SEP in koncentracije kloridov; po nadaljnjih 5 urah in pol pa smo izmerili maksimalne vrednosti ($388 \mu\text{s cm}^{-1}$ in 35 mg Cl^{-1}). SEP in koncentracija kloridov sta začeli nato upadati, vendar počasneje, kot sta pa naraščali. Koncentracijska krivulja kloridov in krivulja SEP za izvir v Zajčjaku in Peči so razvidne iz sl. 1. Skladno s pričakovanjem obe krivulji lepo sovpadata in kažeta na enakomeren zvezen prehod soli iz vode. V enem dnevu in pol je priteklo z vodo v Zajčjak že 13 kg kloridov, kar odgovarja 21.4 NaCl oz. 71 % vlite soli, po nadaljnjih dveh dneh pa je prišla skozi praktično že vsa vlita sol.

Zračna razdalja od ponora Predvratnice do Zajčjaka znaša 800 m ob 30 m višinske razlike, kar da navidezni padeč $37 \text{ }^{\circ}/00$. Glede na lego jame Vratnice, po kateri naredi voda že kar 250 m, znaša koeficient razvitosti (vijugavost) jame 2.5. Če na tej osnovi izračunamo pot za celotni podzemeljski tok, bi znašala pot Predvratnice od ponora do Zajčjaka 2.000 m, ob nižjem dejanskem strmcu $15 \text{ }^{\circ}/00$. Temu odgovarja hitrost toka 2.7 m min^{-1} .

Tudi opazovanje izvira Peči je dalo pozitiven rezultat. Tu smo prve povišane vrednosti SEP in kloridov zabeležili dobrih 6 ur za prvim povečanjem v Zajčjaku. Maksimalne vrednosti ($432 \mu\text{s cm}^{-1}$) pa smo izmerili šele čez 6 ur in pol po prvem povečanju. Koncentracijska krivulja za izvir Peči je položnejša in z nižjim vrhom kot v Zajčjaku. Časovna razlika med maksimumoma v Zajčjaku in Pečeh znaša 7.5 ur.

V slabih dveh dneh od pojava povišane koncentracije kloridov v izviru Peči je priteklo skozi ta izvir že 23 kg soli oz. blizu 80 % vse vlite soli; v dobrih treh dneh pa je prišla skozi praktično že vsa sol.

Zračna razdalja Zajčjak–Peči znaša 350 m, višinska razlika pa le kake 3 m. Če tudi za ta odsek upoštevamo že omenjeno razvitost jame Vratnice (2.5), bi bila podzemeljska pot vode od Zajčjaka do Peči 875 m, njena povprečna hitrost pa 2 m min^{-1} .

Nekatere že omenjene vrednosti so razvidne iz naslednje tabele:

	Vratnica–Zajčjak	Zajčjak–Peči
zračna razdalja (m)	800	350
viš. razlika (m)	30	3
ocenjena realna razdalja (m)	2 000	875
čas potovanja – meritev (h)	12.5	7.5
ocenjena hitrost (m min^{-1})	2.7	2
čas od pojava do viška (h)	5.5	7.5
izhodna SEP ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	291	361
izhodna koncentracija Cl^- (mg Cl^{-1})	7.7	9.9
maksimalna SEP ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	388	432
maksimalna koncentracija Cl^- (mg Cl^{-1})	35	30

Pri ostalih opazovanih vodah nismo zabeležili pomembnih sprememb SEP in koncentracije kloridov, kar kaže, da med njimi in Predvratnico v navedenih pogojih ni povezave. To potrjuje tudi izračun soli, saj smo tako v Zajčjaku kot v Pečeh zabeležili vso količino vlite soli.

Studenček Beč je vseboval konstantno okoli 25 mg Cl^{-1} , kar je verjetno posledica zimskega soljenja ceste, saj teče pod njo in ob njej. Ločica in Cereja sta vsebovali pod 2 mg Cl^{-1} , Predvratnica in Vrbovec pa po 1 mg .

To slednje je potrdilo domnevno zvezo Vratnica–Zajčjak–Peči. Pogostne meritve tudi na 5) SEP in koncentracije kloridov so podale identične krivulje. Kvantitativno ovrednotenje je dalo 100 % pojav kloridov tako v Zajčjaku kot v Pečeh, kar je še dodatna potrditev, da med Predvratnico in Bečem, Cerejo ter Ločico ni zveze. Ob natančnem izračunu medsebojne odvisnosti med SEP in vsebnostjo kloridov pa bi se dalo sledilni poskus celo poenostaviti.

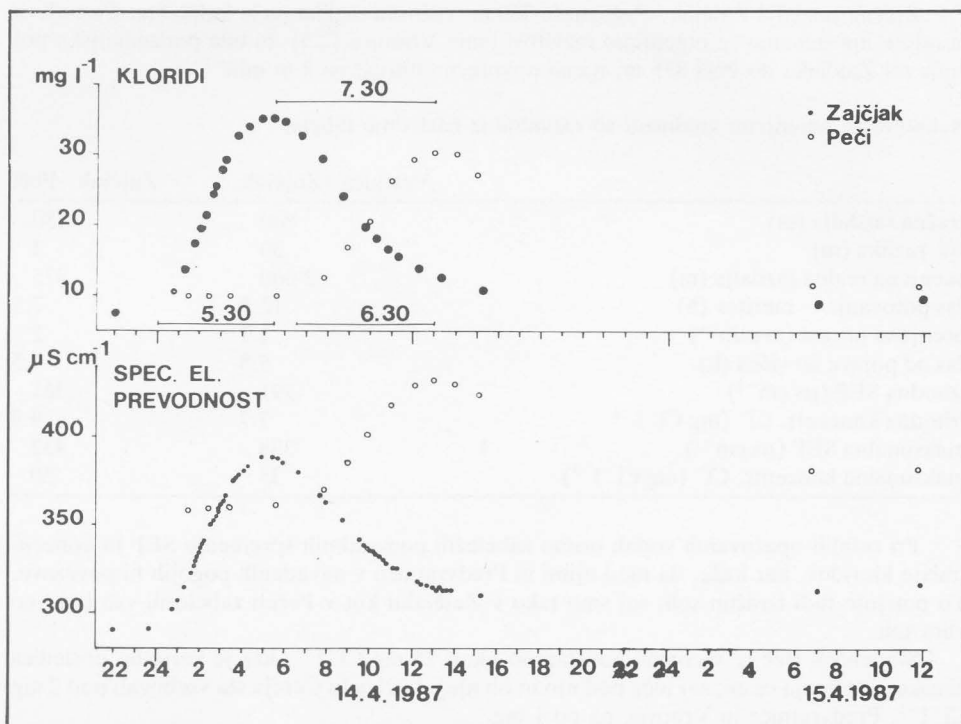
4. Raztapljanje karbonatov v podzemlju Predvratnica–Peči

Predvratnica pred ponorom v Vratnico dosega preko leta stalno nizke vrednosti SEP in karbonatne trdote ($50 \mu\text{s cm}^{-1}$ oz. $30 \text{ mg CaCO}_3 \text{ l}^{-1}$). Opazen je le manjši porast karbonatne trdote ob jesenski nizki vodi na 40 mg CaCO_3 oz. upad ob visoki vodi.

Ob vstopu v Vratnico, na karbonatne kamnine, jih Predvratnica močno raztaplja. Na poti do Zajčjaka tako ob srednje visoki vodi (pretok v Zajčjaku 14 l s^{-1}) raztopi vsak liter vode 125 mg CaCO_3 ; od Zajčjaka do Peči pa še nadaljnjih 40 mg . Izračun pokaže, da ob takih pogojih odnaša Predvratnica iz dela laškega krasa (Vratnica–Zajčjak) 1.7 g CaCO_3 v sek., kar znese 151 kg CaCO_3 dnevno, letno pa 55 t oz. okoli 20 m^3 kamnine.

V podzemlju od Zajčjaka do Peči, kjer se voda zadržuje za 40 % krajši čas kot med Vratnico in Zajčjakom, raztopi v enem dnevu 48 kg CaCO_3 oz. 18 t letno.

Seveda je stopnja korozije ob visokih vodah precej nižja. Tako smo 4. 4. 1986, ko se je talil sneg, zabeležili do Peči povišanje karbonatov le za 60 mg CaCO_3 . Vendar pa na korozijo vpliva predvsem količina vode. Tako je sklepal že Habič (1968). Linearno odvisnost med volumskim pretokom vode in masnim pretokom raztopljenih karbonatov za Vel. Obrh in Logašćico je ugotavljal Gams (1980). Tudi pri vertikalnem prenikanju je korozijski učinek odvisen predvsem od količine vode (Kogovšek 1985).



Sl. 1. Sledilni poskus: Koncentracijska krivulja in krivulja specifične el. prevodnosti

Tako sklepamo, da prihaja ob visokih vodah do znatnega korozijskega učinka, nekoliko manjšega pa verjetno ob nizkih vodah.

5. Rečni sedimenti

Z rezultati sledenja podzemeljske vode se skladajo tudi preiskave sedimentov. Predvratnica nosi relativno majhen drobir iz skrilavcev, peščenjakov in kremena. Drobir je nezaobljen do slabo zaobljen. Če štejemo ta sediment za alohtono komponento, se njegov delež v podzemlju hitro manjša. V Zajčjaku ga je okoli 75 % (točna določitev ni mogoča zaradi mešanja s pobočnim gruščem), v izviru Peči pa 61 %, ostalo je avtohtona oziroma karbonatna komponenta.

Tako, kot pada delež alohtone komponente (nekarbonatnega drobirja), se manjša tudi velikost posameznih kosov oz. prodnikov, po drugi strani pa narašča njihova stopnja zaobljenosti. Tudi značilnosti peska kažejo na to, da gre za isti sediment.

Zgolj na podlagi granulometričnih in petrografskih lastnosti peska in proda ni mogoče reči, da je voda, ki izvira v Pečeh ista, kot tista, ki ponika v Vratnico. Pač pa, da voda iz Vratnice nikakor ne teče v Cerejo ali Beč in je torej največ verjetnosti, da teče v Peči, kar se dobro sklada z lastnostmi in razvojem sedimentov. Ta domneva, dobljena na podlagi preučevanja sedimentov, se je kasneje izkazala za pravilno, potrjeno s sledilnim poskusom.

6. Zaključek

V primeru laškega krasa gre torej za majhno krpo karbonatnih kamnin, kjer so dobro razviti kraški pojavi, predvsem hidrografski.

Da gre za plitvi kras, potrjujeta tako višina kraškega roba nad neprepustnim obrobjem (10–20 m) kot tudi globina vodnih tokov – 5–20 m pod površjem. Pretok skozi zakraselo notranjost je relativno razvejan in vijugast – to kaže potek rovov Vratnice, še bolj pa čas, ki ga porabi voda ob srednjem vodostaju, da preteče razdaljo med ponorom in izvirom – okoli 20 ur.

S silikatnih kamnin v obrobju pritekajo v laški kras vode, ki so malo mineralizirane, agresivne in razmeroma močno ter hitro raztapljajo karbonatne kamnine vzdolž svoje podzemeljske poti. Tako Predvratnica ob srednjem pretoku (14 l s^{-1}) raztopi v enem dnevu okoli 200 kg CaCO_3 , kar bi zneslo letno blizu 75 t.

7. Uporabljena literatura

- Buser, S., 1974: Tolmač lista Ribnica, OGK 1:100.000. Zvezni geološki zavod, 1–60, Beograd
- Gams, I., 1980: Poglavitni dejavniki kemične erozije na krasu po svetu. Geogr. vestnik, 52, 3–15, Ljubljana
- Habič, P., 1968: Kraški svet med Idrijco in Vipavo. 1–243, Ljubljana
- Kogovšek, J., 1985: Korozija pri vertikalnem prenikanju vode. Acta carsologica, 14–15, 117–126, Ljubljana
- Kranjc, A., 1977: Prispevek k poznavanju razvoja krasa v Ribniški Mali gori. Mag. naloga, 1–232, Postojna
- Novak, D., 1970: Hidrološke značilnosti osrednje Dolenjske. Naše jame, 11 (1969), 17–24, Ljubljana
- Petrič, I., 1976: Laška pokrajina in njena prirodnogeografska delitev. Geogr. obzornik, 23, 1–2, 8–12, Ljubljana
- Ramovš, A. & V. Kochansky-Devidé, 1965: Razvoj mlajšega paleozoika v okolici Ortneka na Dolenjskem. Razprave VIII, SAZU, razr. IV. 319–416, Ljubljana
- Tomšič, Š. & F. Ivanc, 1887: Kočevsko okrajno glavarstvo. 1–108, Ljubljana