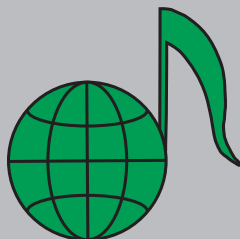


MATEJA FERK
UROŠ STEPIŠNIK

GEOMORFOLOŠKE
ZNAČILNOSTI
RAKOVEGA
ŠKOCJANA



GEORITEM 17

GEOMORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI RAKOVEGA ŠKOCJANA

Mateja Ferk
Uroš Stepišnik



GEORITEM 17

GEOMORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI RAKOVEGA ŠKOCJANA

**Mateja Ferk
Uroš Stepišnik**

LJUBLJANA 2011

GEORITEM 17

GEOMORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI RAKOVEGA ŠKOCJANA

Mateja Ferk, Uroš Stepišnik

© 2011, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

Urednika: Drago Kladnik, Drago Perko

Recenzenta: Andrej Mihevc, Blaž Komac

Kartografi: Mateja Ferk, Uroš Stepišnik, Manca Volk

Fotografa: Mateja Ferk, Matej Lipar

Oblikovalec: Drago Perko

Izdajatelj: Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

Za izdajatelja: Drago Perko

Založnik: Založba ZRC

Za založnika: Oto Luthar

Glavni urednik: Aleš Pogačnik

Računalniški prelom: SYNCOMP d. o. o.

#Tisk: Collegium Graphicum d. o. o.

Naklada: 250 izvodov

Izid publikacije je finančno podprla Javna agencija za knjigo Republike Slovenije.

CIP – Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

911.2:551.435.8(497.4Rakov Škocjan)

FERK, Mateja

Geomorfološke značilnosti Rakovega Škocjana / Mateja Ferk, Uroš Stepišnik ; [kartografi Mateja Ferk, Uroš Stepišnik, Manca Volk ; fotografa Mateja Ferk, Matej Lipar]. – Ljubljana : Založba ZRC, 2011. – (Georitem, ISSN 1855-1963 ; 17)

ISBN 978-961-254-324-2

1. Stepišnik, Uroš, 1975–

258055680

GEORITEM 17

GEOMORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI RAKOVEGA ŠKOCJANA**Mateja Ferk, Uroš Stepišnik**

AVTOR

Mateja Ferk

mateja.ferk@zrc-sazu.si

<http://giam.zrc-sazu.si/ferk>

Rodila se je leta 1984 v Mariboru, kjer je leta 2003 maturirala. Po končani gimnaziji se je vpisala na študij Geografije na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer je leta 2009 diplomirala. Za diplomsko delo z naslovom *Morfogeneza kotline Rakov Škocjan* je leta 2010 prejela študentsko Prešernovo nagrado Filozofske

fakultete Univerze v Ljubljani.

Leta 2010 se je kot mlada raziskovalka zaposlila na Geografskem inštitutu Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Njena raziskovalna usmeritev je fizična geografija s poudarkom na geomorfologiji, krasoslovju, speleologiji, glaciologiji in naravnih nesrečah. Trenutno se ukvarja zlasti s kvartarnimi hidrološkimi razmerami in morfogenezo dinarskega območja Slovenije.



AVTOR

Uroš Stepišnik

uros.stepisnik@ff.uni-lj.si

<http://geo.ff.uni-lj.si/index.php?q=sodelavci/uros-stepisnik>

Rodil se je leta 1975 v Ljubljani, kjer je leta 1994 maturiral. Leta 1995 se je vpisal na študij Geografije na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani. Leta 2001 je diplomiral z diplomskim delom *Udornice na Postojnskem krasu* ter leta 2006 doktoriral z disertacijo *Udornice na slovenskem krasu*.

Od leta 2003 je zaposlen na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Njegova pedagoška področja obsegajo fizično geografijo krasa, geografijo krasa, geomorfologijo in fizično geografijo. Njegova raziskovalna usmeritev je fizična geografija s poudarkom na geografiji krasa, geomorfologiji in glaciologiji. Trenutno se ukvarja predvsem z raziskovanjem geomorfnih učinkov poplav na kraškem površju in v kraškem podzemlju.



IZDAJATELJ

Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

gi@zrc-sazu.si

<http://giam.zrc-sazu.si>

Inštitut je leta 1946 ustanovila Slovenska akademija znanosti in umetnosti in ga leta 1976 poimenovala po akademiku dr. Antonu Meliku (1890–1966). Od leta 1981 je sestavni del Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Leta 2002 sta se inštitutu priključila Inštitut za geografijo, ki je bil ustanovljen leta 1962, in Zemljepisni muzej Slovenije, ustanovljen leta 1946. Ima oddelke za fizično geografijo, socialno geografijo, regionalno geografijo, naravne nesreče, varstvo okolja, geografski informacijski sistem in tematsko kartografijo, zemljepisno knjižnico ter zemljepisni muzej. V njem je sedež Komisije za standardizacijo zemljepisnih imen Vlade Republike Slovenije.

Ukvarja se predvsem z geografskimi raziskavami Slovenije in njenih pokrajin ter pripravljanjem temeljnih geografskih knjig o Sloveniji. Sodeluje pri številnih domačih in mednarodnih projektih, organizira znanstvena srečanja, izobražuje mlade raziskovalce, izmenjuje znanstvenike. Izdaja znanstveno revijo *Acta geographica Slovenica*/Geografski zbornik ter znanstveni knjižni zbirki Geografija Slovenije in Georitem. V sodih letih izdaja monografije Geografski informacijski sistemi v Sloveniji, v lihih letih monografije Regionalni razvoj, vsako tretje leto pa monografijo Naravne nesreče.

GEORITEM

GEOMORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI RAKOVEGA ŠKOCJANA**Mateja Ferk, Uroš Stepišnik**

UDK: 911.2:551.435.8(497.4Rakov Škocjan)

COBISS: 2.01

IZVLEČEK

Geomorfološke značilnosti Rakovega Škocjana

Kotlina Rakov Škocjan je poglobitev v manjši kraški uravnavi, sestavljena iz doline Raka in kotanje Podbojev laz. V pobočjih kotline so izoblikovane živoskalne uravnave, ki kažejo na uravnavanje dna kotline na višjih nadmorskih višinah, postopen razvoj in preoblikovanje s površinsko tekočo vodo. Podrobno so bile preučene površinske in podzemne kraške oblike v kotlini Rakov Škocjan, ki nakazujejo njen razvoj v preteklih razvojnih fazah. Preučevanje je temeljilo na podrobnem morfografskem kartiranju območja, zajemu morfometričnih podatkov preučevanih oblik, speleoloških analizah jam in laboratorijskih analizah ilovnatga sedimenta. Sinteza pridobljenih podatkov je pokazala, da sta nastanek in razvoj kotline kompleksnejša, kot je bilo doslej predstavljeno v literaturi. Kotlina se je namreč kot površinska kraška oblika oblikovala v več fazah, v katerih so se lokacije izvirov in ponorov spreminjale. To je povzročilo izredno pestrost kraških pojavov na majhnem območju, čeprav se smeri pretakanja vode v širšem regionalnem smislu niso bistveno spreminjale.

KLJUČNE BESEDE

geografija, geomorfologija, krasoslovje, speleologija, geomorfometrija, morfogeneza, morfokronologija, Rakov Škocjan

ABSTRACT

Geomorphological Characteristics of Rakov Škocjan

Rakov Škocjan is a basin in a small karst plain comprising the Rak Valley and the small basin Podbojev laz. The basin slopes feature some solid rock terraces, which indicate flattening of the basin floor at higher elevations and progressive basin development and transformation with surface water flow. Detailed studies of the surface and subsurface karst features in Rakov Škocjan make it possible to describe the basin's genesis and its development in previous stages. The study was based on detailed morphographic mapping, collection of morphometric data, speleological analyses, and lab analyses of loamy sediment. A synthesis of the findings shows that the basin's genesis and development was much more complex than described in earlier literature. The basin was formed as a surface karst feature through several development stages in which the locations of springs and ponors had changed. Morphogenetic characteristics resulted in an exceptional variety of karst phenomena in a small area, although the basic water course in the broader regional sense did not significantly change.

KEY WORDS

geography, geomorphology, karstology, speleology, geomorphometry, morphogenesis, morpho-chronology, Rakov Škocjan

Vsebina

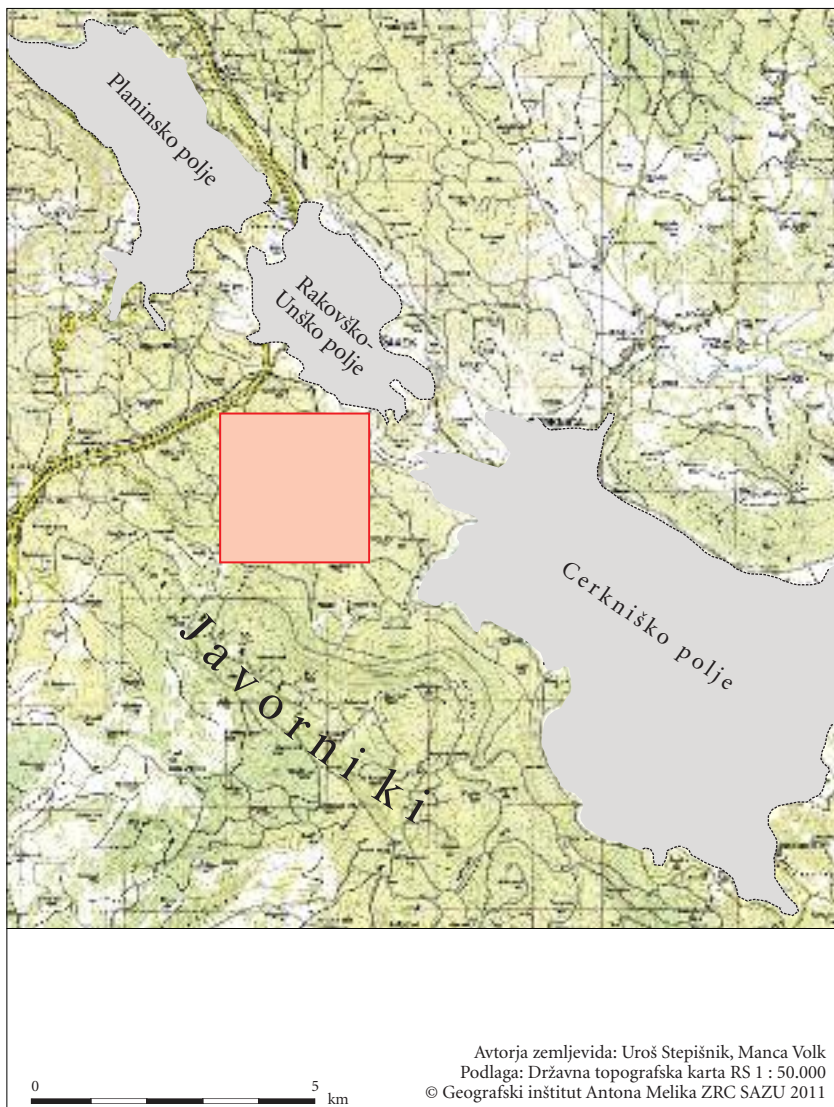
1	Uvod	11
2	Dosedanje raziskave Rakovega Škocjana	14
2.1	Geomorfološke raziskave	14
2.2	Geološke in hidrološke raziskave	17
2.3	Speleološke raziskave	18
3	Recentne hidrogeološke značilnosti Rakovega Škocjana	20
4	Živoskalne uravnave	26
5	Alohtoni sedimenti na površju	28
6	Jame	31
6.1	Aktivne vodne jame	38
6.2	Neaktivne aktivne jame	38
7	Udornice	41
8	Morfo-genetske in morfokronološke značilnosti kotline Rakov Škocjan	47
8.1	Zgodnja razvojna faza kotline Rakov Škocjan	48
8.2	Srednja razvojna faza kotline Rakov Škocjan	49
9	Sklep	62
10	Seznam virov in literature	66
11	Seznam slik	67

1 Uvod

Rakov Škocjan je podolgovata kraška kotlina v manjši kraški uravnavi med Cerkniskim in Planinskim kraškim poljem v Notranjskem podolju. Na jugu se dvigujejo pobočja Javornikov, na severu pa jo obdajajo nižji griči, ki se po dobrem kilometru spustijo v Rakovško-Unško polje. Kotlino sestavljata dve izraziti, med seboj ločeni kotanji. V jugovzhodnem delu kotline je okrog dva kilometra dolga kraška dolina, po kateri teče reka Rak, v njenem severozahodnem delu pa je približno kilometer dolga ter hidrološko neaktivna kotanja, imenovana Podbojev laz.

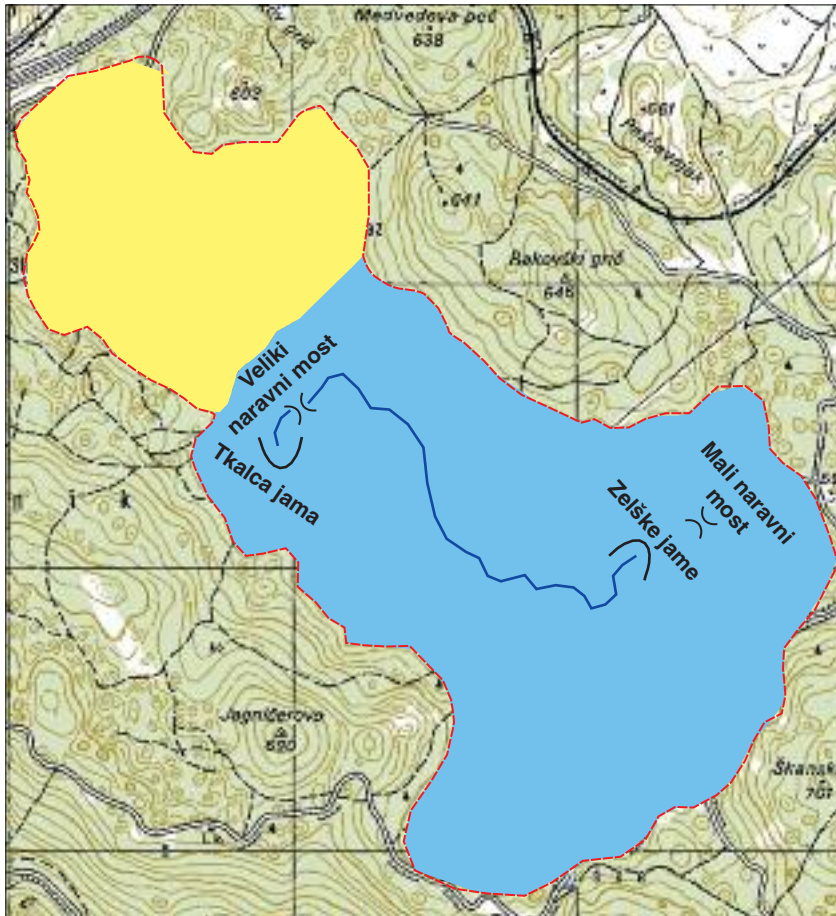
Celotno območje med Cerkniskim in Planinskim poljem je vključno z območjem Rakovega Škocjana zgrajeno iz temno sivih plastovitih apnencev spodnje kredne starosti. Debelina spodnjekrednih plasti je do okrog 1200 m (Osnovna geološka karta ... 1967; Osnovna geološka karta ... 1970). Območje je razčlenjeno s številnimi tektonskimi prelomi, ki jih spremljajo razpoklinske cone. Kotlino prečkajo trije izraziti prelomi od severozahoda proti jugovzhodu ter številni manj izraziti prelomi in razpoklinske cone (Čar in Gospodarič 1984). Na celotnem območju prevladuje vertikalni odtok padavinske vode. V kraškem podzemlju kotline in njene okolice je značilna poklinska prepustnost kraškega masiva, kar omogoča podzemno pretakanje vode.

Čeprav Rakov Škocjan gradijo zakrasele karbonatne kamnine, reka Rak teče skoraj dva kilometra po površju. Rak je del sistema ponikalnic kraške Ljubljani, ki se začneja s Trebuhovico pri hrvaškem Prezidu. Običajno ponika že na hrvaški strani, ob zelo visokih vodah pa teče prek državne meje na slovensko Babno polje. Nato se voda na površju pojavi na Loškem polju, kjer izvira kot Mali in Veliki Obrh. Oba vodotoka se v osrednjem delu polja združita. Ponori na Loškem polju so na njegovem severozahodnem robu, kjer Obrh ponikne v jami Golobini. Ponovno izvira na južnem robu Cerkniskega polja v izvirih Cemun in Obrh, polje pa prečka kot Stržen. Z zahodne strani se mu pridruži več manjših potokov, ki izvirajo iz kraških izvirov na robu polja in dovajajo avtigeno vodo iz kraškega masiva Javornikov. Najizdatnejša Strženova pritoka sta Lipsenjščica in Žerovniščica, ki izvirata v kraških izvirih ob vzhodnem robu Cerkniskega polja. Na polje dovajata vode, ki poniknejo na širšem območju Blok. Del Stržena ponika v več ponikvah pri Dolenjem Jezeru, od koder voda teče naravnost v izvire Ljubljani pri Bistri. Ob višjih vodah del Stržena doseže skrajni severozahodni del Cerkniskega polja, kjer se združi s Cerknjščico in ponika v mnogih ponorih in požiralnikih v skrajnem zahodnem delu polja, imenovanega Jamski zaliv. Voda se skozi jami Velika in Mala Karlovica pretaka do sifonov pod udornico Šujica. Za sifonom ležijo Zelške jame. V severozahodnih delih Zelških jam je jamski strop blizu površja, zato je na več mestih udrt, med posameznimi udori pa so ohranjeni deli jamskih stropov. Najbolj znamenit del ohranjenega stropa med udoroma se imenuje Mali naravni most. Rak izvira iz mogočnega vhoda v Zelške jame na vzhodni strani Rakovega Škocjana in po zgolj dveh kilometrih površinskega toka v kraški dolini



Slika 1: Lokacija preučevanega območja v osrednjem delu Notranjskega podolja.

Slika 2: Kotlina Rakov Škocjan z označenima kotanjama doline Raka in Podbojev laz. ►



Legenda

-  kotlina Rakov Škocjan
 dolina Raka
 Podbojev laz

-  naravni most
 jama
 reka



Avtorica vsebine: Mateja Ferk
Avtorici zemljevida: Mateja Ferk, Manca Volk
Podlaga: Državna topografska karta RS 1 : 25.000
© Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU 2011

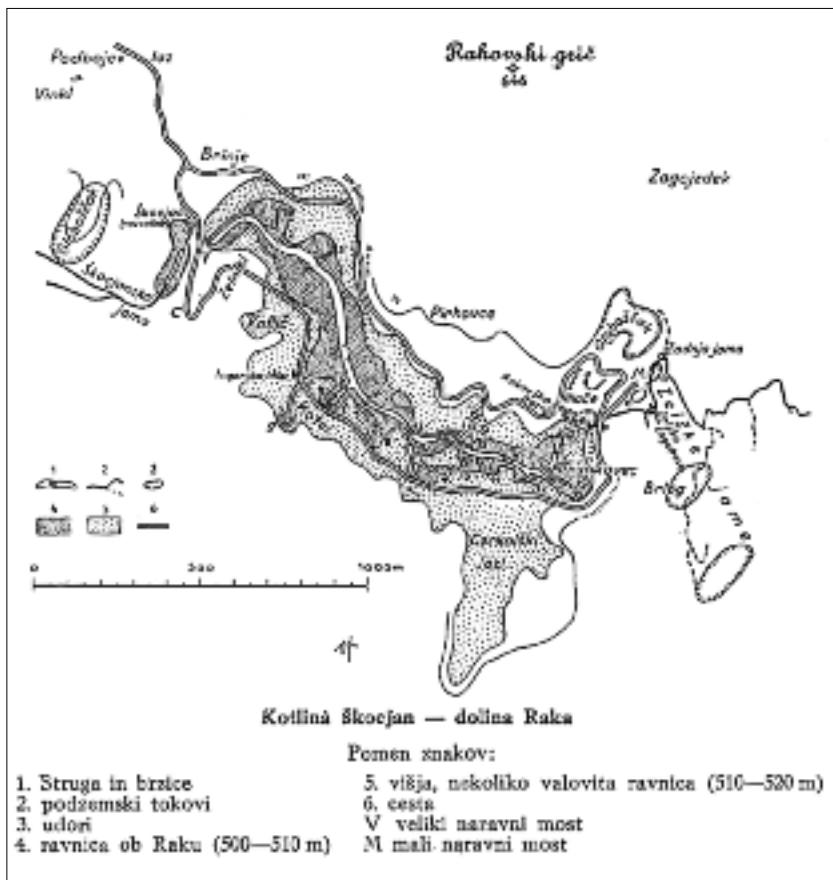
ponovno ponikne v Tkalca jamo. V njeni bližini je znameniti Veliki naravni most. Rak ima več pritokov na zahodni strani pod Javorniki, na vzhodni strani so izviri redkejši in manj izdatni. Vode iz Raka se ponovno pojavijo v Rakovem rokavu Planinske jame. V Pivškem rokavu Planinske jame se pojavijo vode Pivškega kraka kraške Ljubljane, ki izvirajo kot Pivka na južni strani Pivške kotline ter poniknejo v Postojnsko jamo na vzhodni strani kotline. Na Sotočju v Planinski jami se torej stekajo vode Notranjskega in Pivškega kraka kraške Ljubljane. Združene vode kot Unica izvirajo iz Planinske jame na južnem robu Planinskega polja. Unica zgublja vodo v številnih požiralnikih vzdolž skoraj celotne dolžine svojega površinskega toka ob vzhodnem robu Planinskega polja; največ jih je med Ivanjim selom in Lazami ter v Babnem dolu na severni strani polja. Te vode izvirajo v več izvirih Ljubljane pri Vrhniki.

2 Dosedanje raziskave Rakovega Škocjana

Območje Rakovega Škocjana se prvič omenja leta 1526 (Kolenc 2006). Prve opise tamkajšnjih naravnih znamenitosti je napisal in v nemškem jeziku leta 1689 objavil Janez Vajkard Valvasor v Slavi vojvodine Kranjske (1970). Po cerkvi svetega Kancijana, katere ruševine so še vedno vidne ob Velikem naravnem mostu, je območje imenoval Škocijan. Prva znanstvena preučevanja Rakovega Škocjana segajo v prvo polovico 20. stoletja, vendar so raziskovalci zanj uporabljali različna poimenovanja, prav tako so ga različno omejevali. Šerko (1949) ga je imenoval kotlina Škocjan pri Rakeku, obravnaval pa je oba dela kotline. Dvodelnosti kotline se je zavedal tudi Melik, vendar je po reki Rak predlagal poimenovanje Rakovska kotlina, saj naj bi kotlini dajal značilen pečat prav vodotok (Šerko 1949). Ime Rakov Škocjan so po cerkvi svetega Kancijana in reki Rak vpeljali geografi. Uporablja ga tudi Kunaver (1966), vendar se njegovi opisi nanašajo zgolj na kotanjo v jugovzhodnem delu kotline, po kateri teče Rak. Poimenovanje Rakov Škocjan se je v naslednjih desetletjih dobro uveljavilo (Gospodarič, Kogovšek in Luzar 1983), vendar so raziskovalci uporabljali tudi imena Rakova dolina, Dolina Raka in Kraška dolina Rakov Škocjan (Habič in Gospodarič 1987). Vsa preučevanja so bila usmerjena le v jugovzhodno kotanjo, po kateri teče Rak, in niso obravnavala kotanje Podbojev laz ali celotne dvodelne kotline. Na večji obseg in dvodelnost kotline je ponovno opozoril Gams (2004) in jo poimenoval uvala Rakov Škocjan, a se je v svojih raziskavah osredotočil zlasti na njen jugovzhodni del, to je dolino Raka, ki jo imenuje dolina Rakov Škocjan.

2.1 Geomorfološke raziskave

O geomorfoloških značilnostih doline Raka je pisal že Pavel Kunaver (1922; 1961; 1966). Domneval je, da je dolina nastala zaradi gubanja zemeljskih skladov, voda pa naj bi sprva iz takrat višje ležečega Cerkniškega jezera odtekala površinsko proti zaho-



Slika 3: Geomorfološki zemljevid doline Raka (Šerko 1949).

du in se izlivala v površinsko tekočo reko, ki naj bi iz Postojnskega jezera tekla proti severu. Prestavitev vode v podzemlje pojasnjuje s prelomi v kamnini, ki naj bi bili posledica gubanja. Zaradi razširjanja razpok v kamnini naj bi pod kotlino Rakovega Škocjana nastale velike podzemne jame, ki jim je korozija tako zelo stanjšala strop, da je postal nestabilen in se zrušil. S porušitvijo stropa nad jamskimi prostori razlaga tudi udornice v zaledju izvirov in ponora Raka. Kunaver je domneval, da je bila nekoč celotna dolina Raka podzemna jama, o čemer naj bi pričali naravni mostovi na začetku in koncu današnje doline. Za nadaljnji razvoj doline je predvideval, da se

naj bi rušenje jamskih stropov nadaljevalo proti Cerkniškemu in Planinskemu polju. Tako naj bi bila v daljni prihodnosti dolina med Cerkniškim in Planinskim poljem odprta. Pogojno je dopuščal možnost, da bi bila lahko odprta tudi dolina do Postojne.

Prvega znanstvenega geomorfološkega preučevanja kotline Rakovega Škocjana se je v štiridesetih letih 20. stoletja lotil Alfred Šerko. Zaradi nenadne smrti njenega raziskovanja ni dokončal. Njegove terenske zapiske in opažanja je uredil in leta 1949 objavil Anton Melik. Šerko je preučevano območje razdelil na tri samostojne kotanje. Kot Zgornjo uvalo je opredelil zgornji, kanjonski del doline Raka, od izvira iz Zelških jam do izvira Prunkovec, kjer se dolina razširi. Obsežno naplavno ravnico doline Raka, ki jo je imenoval Spodnja uvala, je po morfoloških in funkcijskih značilnostih opredeljeval kot kraško polje. Tretji del kotline Rakov Škocjan, ki se prostorsko ujema z območjem, imenovanim Podbojev laz, je poimenoval Zadnja uvala. Opažal je, da oba dela doline Raka spremlja mnogo širše in skoraj ravno skalnato površje na nadmorski višini 520 do 530 m, ki je mestoma prekrito s peščeno ilovico. Šerko je nepravilnosti v okoliških pobočjih opazil tudi na nadmorski višini od 570 do 580 m. Nekoliko nejasno jih je prepoznaval na vsem obrobju kotline v ravni površini. Na podlagi terenskih raziskav in opažanj je izpostavil naslednji predpostavki:

- V razčlenjenem in valovitem površju med Cerkniškim in Planinskim poljem je na nivoju med 650 in 680 m izoblikovana kotlina Rakovega Škocjana z obodom na višini od 560 do 580 m, ki naj bi po tako po višini kot kronološko odgovarjala Ravniku Cerkniške Bistrice (Cerkniščice). Po ostankih višje uravnave med Sukovim in Rakovskim gričem je sklepal, da je šlo za zaprto kotanjo, morebiti že tedaj dvodelno.
- Mlajšo zaprto kotlino na nivoju od 520 do 530 m naj bi nedvomno oblikovala ponikalnica, katere izviri in ponori so bili na drugih mestih.

Z geomorfološkimi značilnostmi kotline Rakov Škocjan sta se ukvarjala tudi Peter Habič in Rado Gospodarič (1987). Opredelila sta jo kot specifično kraško depresijo, ki je neke vrste dvodelna uvala, poglobljena v kraško uravnavo na nivoju med 580 in 710 m. Dolina Raka, v kateri se pojavlja površinsko tekoča voda, naj bi bila več kot 10 m na debelo zapolnjena s fluvialno naplavino. Kotanjo na območju Podbojevega laza opisujeta kot kamnito, z vrtačami razčlenjeno območje brez površinsko tekočih voda. Na obeh straneh doline Raka omenjata terasam podobne uravnave in udornice, ki naj bi nakazovale poligenetski nastanek te kraške depresije.

Ivan Gams (2004) je območje kotline Rakov Škocjan obravnaval v okviru regionalnega pregleda krasa v Sloveniji. Kotlino je opredelil kot gozdnato uvalo, posebno pozornost pa je namenil njenemu jugovzhodnemu delu, po katerem teče Rak. Za izhodišče razlage nastanka doline Raka je izpostavil dejstvo, da so udornice v Zelških jamah v smeri toka proti izviru vse plitvejšje, jamski strop pa čedalje tanjši. Čeprav je Gams upošteval celoten obseg kotline, vključno s Podbojevim lazom, navaja, da zunaj doline Raka ni zaslediti sledi rečnega toka ali naplavine. Zaradi tega nastanek kotline

povezuje s tektonskim ugrezanjem. Tako je stari razlagi, ki je temeljila zgolj na udiranju jamskega stropa, dodal še tektonsko razsežnost s poglobljanjem celotne kotanje, iz katere sledi, da se je jamski strop znižal tam, kjer ga je splošno zniževanje površja najbolj stanjšalo.

2.2 Geološke in hidrološke raziskave

V drugi polovici 20. stoletja so bila strokovna preučevanja kotline Rakov Škocjan usmerjena predvsem v opis geoloških (Habič in Gospodarič 1987) ter hidroloških in hidrogeoloških (Gospodarič, Kogovšek in Luzar 1983) značilnosti doline Raka.

Gospodarič, Kogovškova in Luzar (1983) ter Čar in Gospodarič (1984) so ugotavljali, da skladi vpadajo za največ 30° proti zahodu, jugozahodu in severozahodu. Zaradi tega so na vzhodni strani doline Raka razgaljene stratigrafsko starejše kamnine kot na njeni zahodni strani. Za oblikovanje preučevanega območja sta ključna Idrijska prelomna cona in dvignjen Javorniški blok (Habič in Gospodarič 1987). Skladi so pretrti z vzdolžnimi in prečnimi razpokami, ki sestavljajo razpoklinske cone. Najbolj markantni takšni coni so ugotovili med Rakovskim gričem na severu in Cerkniškimi lazi na jugu ter na območju Velikega naravnega mostu. S prelomno cono sta pojasnjena tudi najširši del doline med Cerkniškimi lazi in Farovko ter morfološka dvojnost doline, saj so izviri razvrščeni vzhodno in zahodno od nje. Raziskave so pokazale tudi, da se kraška voda prelomov praviloma izogiba. Ob visokih in srednjih vodah podzemni tokovi napajajo izvire, ob nizkih pa tečejo mimo kotline proti Planinskemu polju (Gams 1970; Gospodarič in Habič 1979). Med raziskavami so ugotovili, da sta strmca podzemeljskega Raka na pritočni strani (Zelške jame) in odtočni strani (Tkalca jama) za desetkrat do dvajsetkrat večja od strmca površinskega Raka v dolini. Ta spoznanja so med drugim pojasnjevali s tem, da bi lahko šlo za speleogenetsko različno stare rove, kar naj bi pomenilo, da Zelške jame genetsko niso ekvivalentne Tkalca jami (Gospodarič, Kogovšek in Luzar 1983).

S hidrološkimi značilnostmi doline Raka se je ukvarjal tudi Ivan Gams (1965; 2004). Ugotavljal je, da so pretočne razmere v njej odvisne od vodnih razmer na Cerknškem polju. Ob nizkem vodostaju na Cerknškem polju pritekajo v dolino Raka predvsem vode Cerknšičice. Tudi Gams ugotavlja, da se del vod dolini Raka izogne, saj tečejo naravnost proti Planinskemu polju. Z barvanjem je bilo dokazano tudi, da so vode, ki ponikajo v gruščnato gradivo vzhodno pred Velikim naravnim mostom, povezane z izvirom Škratovka pri gradu Hošperk (nemško Haasberg) na Planinskem polju. Hitrosti podzemnih vod se gibljejo od 0,1 cm/s do 8 cm/s. Ob visokih vodah so največji pretoki v Zelških jamah 25 m³/s in v najbolj izdatnem izviru prav tako 25 m³/s. Ker lahko Tkalca jama odvaja največ do 30 m³/s vode, začne voda zastajati in nastanejo poplave (Habič in Gospodarič 1987). Poplavne vode običajno dosežejo globino 10 m in segajo skoraj do vrha odprtine Velikega naravnega mostu, to je



MATEJ LIPAR

Slika 4: Veliki naravni most ob nizkem vodostaju.

do nadmorske višine 512 m. Ob najvišjih poplavah je njegova odprtina popolnoma zalita (Gams 2004).

Dodatna spoznanja o hidroloških značilnostih in vodnih povezavah širše okolice kotline Rakov Škocjan so prinesla barvanja in sledenja vod, opravljena med letoma 1997 in 2004 (Kogovšek 1999; Kogovšek s sodelavci 1999, Kogovšek in Petrič 2004; Petrič in Šebela 2005).

2.3 Speleološke raziskave

Vhodne dele večjih podzemnih jam so obiskovali in opisali že v razdobju od Janeza Vajkarda Valvasorja (Korošec 1967) do prve polovice 19. stoletja (Schmidl 1850). Obširnejše opise jam sta objavila Viljem Putick (1888) in Édouard-Alfred Martel (1894) v drugi polovici 19. stoletja, potem, ko sta se lotila raziskav podzemlja zaradi načrtov odpravljanja poplav na Cerkniškem in Planinskem polju. S tem namenom so podzemlje v okolici kotline Rakov Škocjan raziskovali vse do konca druge svetovne vojne. Po njej so začeli na kraških poljih načrtovati vodne zadrževalnike. V ta namen je Ivan Gams (1965; 1966) raziskoval ponorne jame na Cerkniškem polju ter



Slika 5: Veliki naravni most ob visoki poplavni vodi.

Zelške jame. O količinah akumulirane vode v jamah med Cerkniškim poljem in kotlino Rakov Škocjan je poročal tudi Rado Gospodarič (1969a), ki je domneval, da so zdajšnje hidrološke razmere v jamah rezultat razvoja podzemlja v pleistocenu in takratnih hidroloških razmer na Cerkniškem polju.

Preostale podrobnejše študije so bile usmerjene predvsem v preučevanje Cerkniškega jamskega sistema, ki predstavlja pritočni del kotline Rakov Škocjan. Rado Gospodarič (1970) je objavil rezultate obširne večletne študije Cerkniškega jamskega sistema. V raziskave so bile vključene tudi Zelške jame, v katerih je ugotavljal več razvojnih faz. Z barvanjem vode je bilo potrjeno, da so podzemni prostori Cerkniškega jamskega sistema hidrološko povezani z Zelškimi jamami, pa tudi, da so v njem še ohranjeni morfološki in sedimentološki znaki speleogenetskih procesov, ki nakazujejo, da je hidrološka zveza obstajala že v pleistocenu. Ugotovili so, da so Zelške jame v fazi izpiranja ilovnatega sedimenta, saj voda v dolino Raka teče nemoteno tudi ob najvišjih vodostajih, ko je odtočni del doline zalit. Pomembna je tudi ugotovitev, da je za celoten Cerkniški jamski sistem značilna akumulacija ilovnatega gradiva do višjih nadmorskih višin, kot to velja v sodobnih hidroloških razmerah. V Zelških jamah je bila ugotovljena povprečna raven zapolnitve jamskih rogov vsaj do nadmorske viši-

ne 525 m. Da ne gre za lokalen, ampak regionalen pojav, pojasnjujejo z dejstvom, da se ostanki višjih akumulacij sedimenta pojavljajo tudi v drugih jamah porečja Ljubljanice (Gospodarič 1968; 1969b; 1969c; 1970; Gospodarič in Habič 1966).

Temeljni podatki o ponornem jamskem sistemu in ostalih jamah na območju kotline Rakov Škocjan so zbrani in dostopni v Katastru jam Jamarske zveze Slovenije. Posamezne večje jame, zlasti Tkalca jama in Rakov rokav Planinske jame, so posredno obravnavane predvsem v hidroloških (Gams 1970; Kogovšek 2004) in hidrogeoloških (Čar in Gospodarič 1984; Habič in Gospodarič 1987) raziskavah. Podrobnejše speleološke raziskave o jamah v hidrološkem sistemu med Rakovim Škocjanom in Planinskim poljem pa niso bile opravljene.

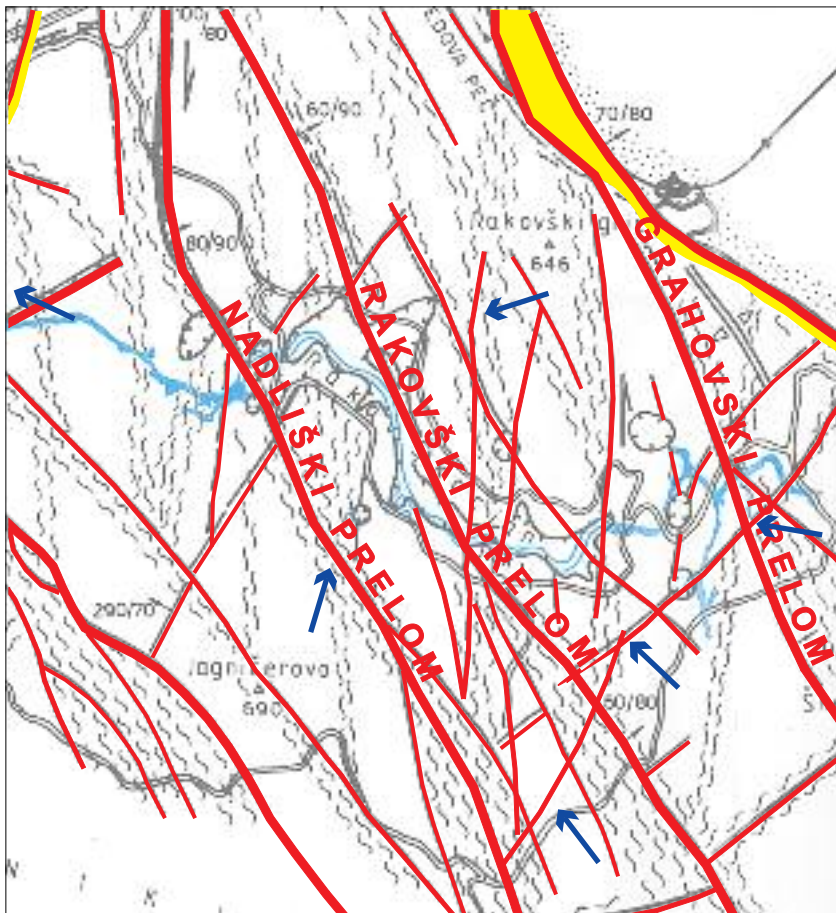
3 Recentne hidrogeološke značilnosti Rakovega Škocjana

Kotlina Rakov Škocjan je izoblikovana v manjši kraški uravnavi med Cerkniškim in Planinskim kraškim poljem. Uravnava na nadmorski višini okrog 600 m je približno 7 km dolga in 3 km široka. Kotlina je dolga okrog 3,5 in široka 1,5 km. Obdajajo jo vzpetine Cerovec (675 m) in Šukov grič (593 m) na severu, Rakovski grič (646 m) na vzhodu, Nesrečni grič (712 m) in Nadlišček (712 m) na jugu, Škocjanski grič (690 m) na zahodu ter Tolsti vrh (681 m) in Počivalnik (721 m) na severozahodu. Znotraj kotline sta dve kotanji. V jugovzhodnem delu je okrog 1,5 km dolga in pol kilometra široka kraška dolina Raka. Po njenem razmeroma ravnem dnu teče ponikalnica Rak, ki izvira iz Zelških jam (katastrska številka 576) in ponika v Tkalca jamo (katastrska številka 857; Kataster jam JZS 2011). V severozahodnem delu kotline je kotanja, imenovana Podbojev laz. Dolga je približno kilometer in široka 250 m. Njeno dno je dokaj uravnano, v njej pa ni nobene površinsko tekoče ali stoječe vode.

Celotno obravnavano območje je zgrajeno iz apnencev spodnje kredne starosti. Skladi so sestavljeni iz temno sivega plastovitega apnenca. Ta ima na svežem prelomu močan vonj po bitumnu, ki pa hitro izgine. Debelina spodnjekrednih plasti doseže okrog 1200 m. Skladi vpadajo za največ 30° proti zahodu, jugozahodu in severozahodu. Med njimi se mestoma pojavlja apnenčeva breča s peskastim, dolomitnim ali apnenim vezivom. Breča se pojavlja v obliki skladov in podolgovatih leč, ki so običajno debele do 10 m, zahodno in vzhodno od Velikega naravnega mostu celo do 50 m (Osnovna geološka karta ... 1967; Osnovna geološka karta ... 1970).

Kotlino Rakov Škocjan prečkajo trije izraziti prelomi v dinarski smeri. Čez osrednji del Podbojevega laza in zahodno od doline Raka poteka Nadliški prelom, vzhodno od Podbojevega laza in čez osrednji del doline Raka Rakovski prelom, vzhodno od doline Raka, čez pritočni del kotline, pa Grahovski ali Rakov prelom. Prelome

Slika 6: Tektonska zgradba kotline Rakov Škocjan. ►



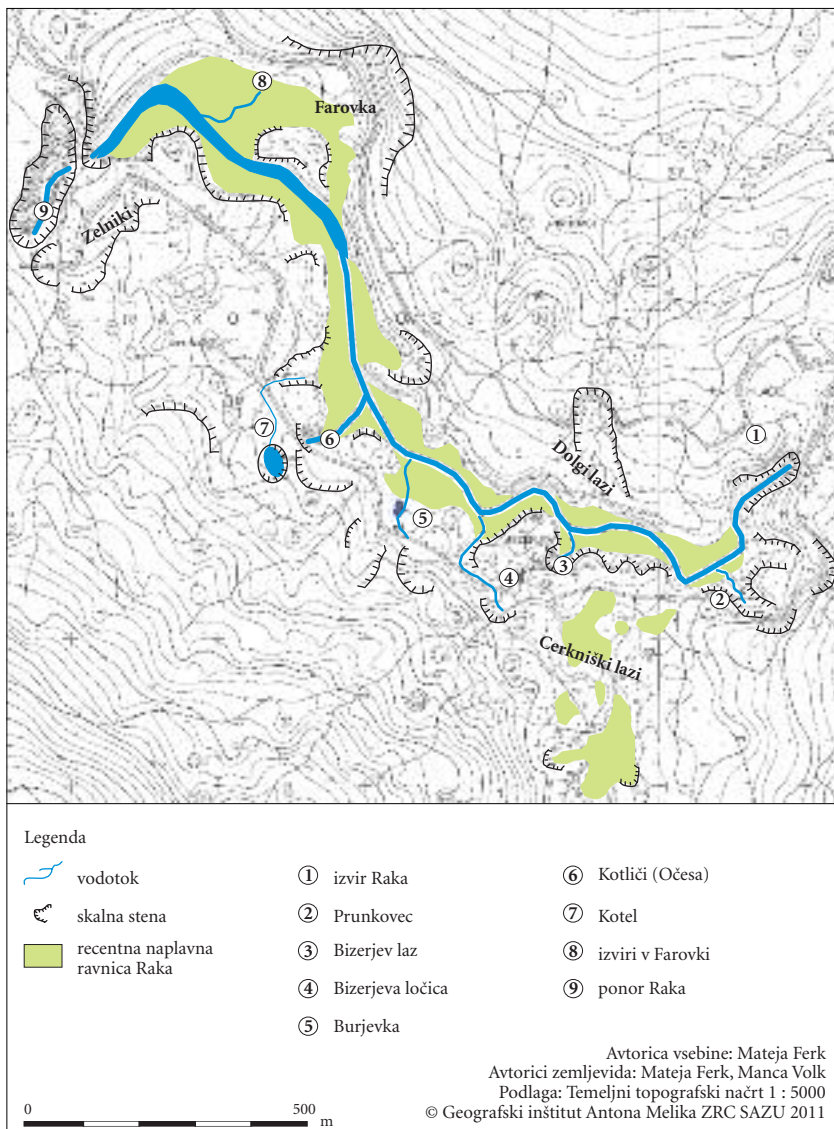
Legenda

-  izrazit prelom
-  neizrazit prelom
-  porušena cona

-  razpoklinska cona
-  smer podzemnega toka

0 1000 m

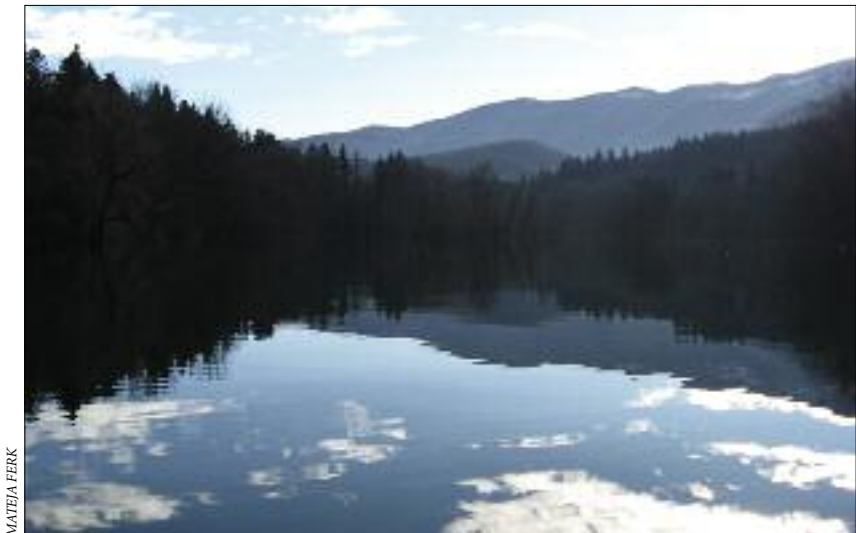
Avtorica vsebine: Mateja Ferk
Avtorja zemljevida: Uroš Stepišnik, Manca Volk
Vir: Čar in Gospodarič 1984
© Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU 2011



Slika 7: Geomorfološki zemljevid hidrološko aktivnega dna doline Raka.



Slika 8: Dolina Raka ob nizkem vodostaju.



Slika 9: Dolina Raka ob visokih poplavah.

spremljajo do 250 m široke razpoklinske cone. Čez kotlino potekajo še številni manjši izrazi prelomi in razpoklinske cone s prevladujočo smerjo od severa proti jugu (Čar in Gospodarič 1984).

Ker je preučevano območje iz prepustnih karbonatnih kamnin, prevladuje navpičen odtok vode in njeno podzemeljsko pretakanje. Površinsko tekoča voda se pojavi le v dolini Raka. Rak izvira na jugovzhodnem koncu doline, ponika pa v njenem severozahodnem delu. V dolini Raka se pojavljajo vode, ki poniknejo na severozahodnem robu Cerkniškega polja, in tudi vode, ki se drenirajo skozi kraški masiv Javornikov. Ponori se pojavljajo zlasti v severozahodnem delu doline. Ob nižjih vodostajih voda ponika v živoskalni strugi Raka in presahne že na polovici doline. Vode iz doline Raka se podzemeljsko pretakajo proti Planinskemu polju, kjer izvirajo v več izvirih.

Rak izvira iz Zelških jam na nadmorski višini 504 m in ponika v Tkalca jamo na nadmorski višini 497 m. Zgornji del doline se začne z 200 m dolgo in do 30 m široko zatrepno dolino v obliki kanjona. Pobočja tega dela doline so od 10 do 15 m visoke strme do navpične stene. Dno doline z živoskalno matično podlago prekriva erozijsko preoblikovano podorno gradivo različne velikosti. Za tem delom se dolina razširi na povprečno 80 m, pobočja so skalnata in strma. Dno struge Raka je živoskalno, ob strugi pa se začne pojavljati naplavna ravnica, ki sega do nadmorske višine 505 m. V pobočjih doline so zajedene zatrepne doline občasnih pritokov. V prvih 350 m doline, kjer je strmec Raka 5,7 (0137), se rečna struga spusti skoraj do nadmorske višine 502 m. Zatem se hidrografske aktivno dno doline razširi na povprečno 200 m in je najširše v osrednjem delu ter na območju Farovke, kjer je široko okrog 300 m. Skalnata in položna pobočja doline so v glavnem enakomerno oddaljena od struge Raka, ki je tudi v tem delu izoblikovana v živoskalni matični podlagi. Na obeh straneh struge Raka se pojavlja obsežna naplavna ravnica, ki sega do nadmorske višine 515 m, vendar v zdajšnjih hidroloških razmerah najvišje poplave običajno sežejo samo do nadmorske višine 510 m. Tudi v tem delu doline so stranski pritoki Raka v pobočjih doline izoblikovali zatrepne doline. Strmec Raka je v tem delu minimalen, saj je nadmorska višina rečne struge tik pred Velikim naravnim mostom 502 m, kar je samo nekaj decimetrov pod nadmorsko višino struge ob koncu prvega, ožjega dela doline. Dolina se konča s 35 m visoko steno, skozi katero teče Rak pod Velikim naravnim mostom v udornico Škocjanska jama, kjer ponika v Tkalca jamo.

V dolini Raka so poleg glavnega vodotoka Raka, ki izvira iz Zelških jam, še številni stranski izviri, ki so osredotočeni na šestih območjih. Že po dvesto metrih površinskega toka se Raku pridruži potok Prunkovec, ki izvira v skalnem zatrepu okrog 100 m od struge Raka. Voda stalno izvira iz skalne razpoke, ob visokih vodah pa tudi iz podornega pobočja. V Bizerjevem lazu, pod ježo živoskalne terase v osrednjem delu doline Raka, sta 40 m od struge Raka dva občasna izvira. Proti zahodu je v Bizerjevi ločici skupina občasnih izvirov, lociranih v dveh okrog 25 m dolgih zatrepnih dolinah. Izviri v Burjevki so razporejeni v stometrskem pasu v travnatem lazu tik ob Raku.

MATEJA FERK



Slika 10: Izvir Prunkovec.

MATEJ LIPAR



Slika 11: Izviri Kotliči ali Očesa.

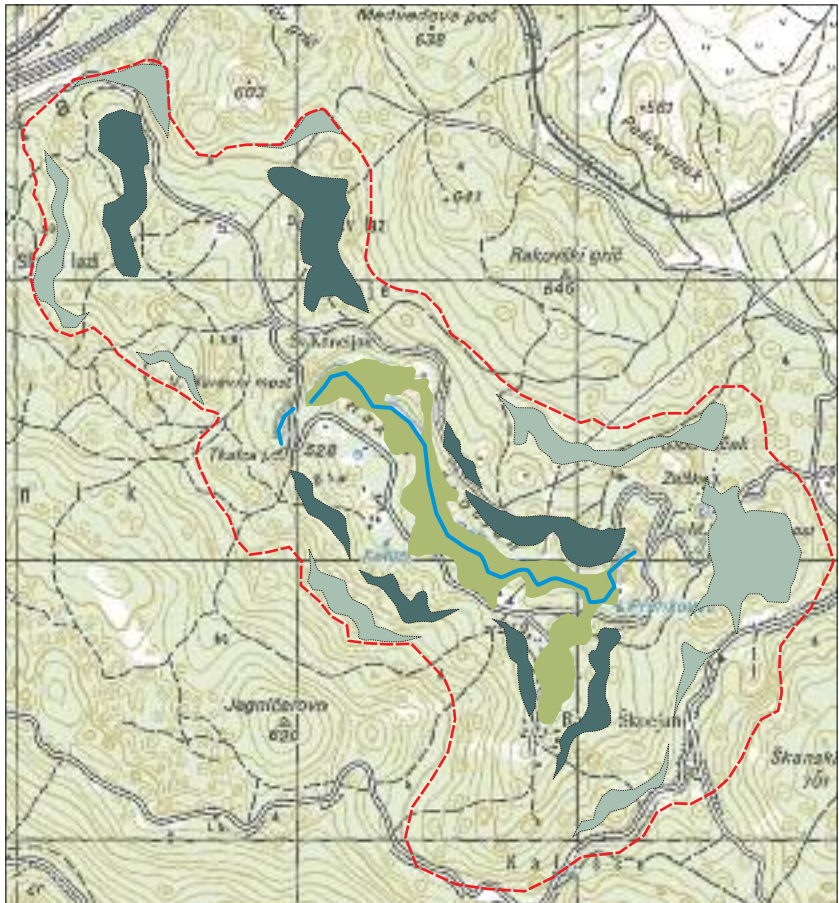
Ob visokih vodah so aktivni tudi izviri v pobočju živoskalne terase nad Rakom. Najjzdatnejši pritok Raka so Kotlič, znani tudi kot Očesa. Običajno prispevajo okrog četrtno vode v dolini, ob nizkih vodostajih v poletnih mesecih tudi več. Kotlič dovaja mešanico vode iz Cerkniskega polja in padavinske vode, ki se drenira skozi kraški masiv Javornikov. Voda se najprej pojavlja v 100 m oddaljeni udornici Kotel, od koder podzemno teče proti Kotličem. Ob nizki vodi izvira v Kotličih iz dveh zalitih brezen, ki sta zaradi lege eno ob drugem videti kot očesi, po katerih je izvir dobil ime, ter iz ozkega in globokega freatičnega rova pod steno zatrep, ki je v katastru jam vpisan kot jama Očesa oziroma Kotlič (katastrska številka 3994; Kataster jam JZS 2011). Ob visokih vodostajih so aktivni tudi izviri okrog 10 m višje v pobočju doline. Voda iz Kotličev teče po strugi proti Raku, v katerega se izliva po 150 m. Izviri na vzhodni strani Raka so redkejši. Več manjših izvirov se pojavlja v Farovski, travnatem lazu v severozahodnem delu doline. Nekaj občasnih izvirov je tudi pod skalnim robom, medtem ko so stalni izviri razporejeni bodisi v strugi bodisi v njeni neposredni bližini.

4 Živoskalne uravnave

V pobočjih kotline se nad hidrološko aktivnim delom dna v matični podlagi pojavljajo živoskalne uravnave. Zelo obsežne so na severni in vzhodni strani kotline, najbolj izrazite pa na njeni zahodni in južni strani, kjer se pobočja sicer razmeroma strmo in enakomerno dvigajo proti okoliškim vrhovom. Uravnave so močno zakrasele, kakor tudi okoliška pobočja kotline; od pobočij se razlikujejo le po naklonu. Razčlenjene so z različnimi površinskimi kraškimi oblikami. Nastale so na različnih nadmorskih višinah. Skupine uravnav na primerljivih nadmorskih višinah sestavljajo nivoje uravnav v pobočjih doline. Višji nivo uravnav je na nadmorski višini okrog 565 m, nižji nivo uravnav pa je na nadmorski višini okrog 525 m. Nivoji uravnav se med seboj razlikujejo po morfoloških značilnostih. Prehodi višjih živoskalnih uravnav v okoliška pobočja so blagi, saj so močno razčlenjene. Nižje ležeče uravnave, ki so s površinskimi kraškimi oblikami manj razčlenjene, običajno prehajajo v okoliška pobočja s strmimi, skalnatimi pregibi. Nivoji uravnav se med seboj razlikujejo tudi po količini alohtonega ilovnatnega gradiva, ki jih mestoma prekriva. Na prehodu uravnav v višja pobočja so ponekod izoblikovane polkrožne zajede, ki imajo obliko zatrepov. Te oblike so v povprečju okrog 30 m široke in do 50 m dolge; izrazitejše so ob nižjih terasah. Njihova pobočja so bolj strma, dna pa manj razčlenjena s škrapljami, saj so razpoke večinoma zapolnjene z ilovnatim sedimentom.

Živoskalna uravnava na nadmorski višini okrog 565 m je v manjšem obsegu ohranjena v celotnem obodu kotline Rakov Škocjan. Najobsežnejša uravnava na tej nadmorski

Slika 12: Nivoji živoskalnih uravnav v kotlini Rakov Škocjan. ►



Legenda

- živokalna uravna na nadmorski višini 565 m
- živokalna uravna na nadmorski višini 525 m
- hidrološko aktivno dno doline Raka
- kotlina Rakov Škocjan
- reka Rak

0 1000 m

Avtorica vsebine: Mateja Ferk
 Avtorici zemljevida: Mateja Ferk, Manca Volk
 Podlaga: Državna topografska karta 1 : 25.000
 © Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU 2011

višini je vzhodno ob Malega naravnega mostu. Od vzhoda proti zahodu meri okrog 300 m, od severa proti jugu pa okrog 700 m. Ostale uravnave na nadmorski višini okrog 565 m, ki so izoblikovane predvsem v severnih, zahodnih in vzhodnih pobočjih kotline, so široke le do 100 m in izrazito razpoteegnjene v smeri vzporedno s pobočji. Na vzhodni strani kotline je takšno podolgovato uravnavo možno spremljati v dolžini več kot 1000 m. Na uravnavah je krajevno, v posameznih razpokah in depresijah, še ohranjenega nekaj ilovnatnega sedimenta, vendar so količine zanemarljive. Njegove granulometrične analize so pokazale, da prevladujejo frakcije melja in gline, petrografske analize pa so razkrile, da vsebuje oolitne karnijske boksitne prodnike, ki so značilni za porečje Cerkniščice.

Nižja živoskalna uravnava na nadmorski višini okrog 525 m je ohranjena po skoraj celotnem obodu kotline. Najobsežnejša odseka uravnave sta v severnem delu kotline, severozahodno in vzhodno od osrednjega dela kotanje Podbojev laz. Oba sta razpotegnjena v smeri sever–jug. V povprečju sta široka okrog 200 in dolga 500 m. Fragmenti živoskalne uravnave na nadmorski višini 525 m so zelo izraziti tudi nad dolino Raka, ki jo obdajajo skoraj nepretrgoma. Uravnave v pobočjih nad dolino Raka so ožje, večinoma široke le okrog 50 m ter močno razpoteegnjene v smeri vzporedno s pobočji. Na zahodni strani doline Raka je možno spremljati živoskalni uravnavi tega nivoja okrog 500 m daleč, na vzhodni strani pa je izoblikovana okrog 1000 m dolga, skoraj neprekinjena uravnava. Ostanki živoskalne uravnave na tem nivoju so razčlenjeni s površinskimi kraškimi oblikami. Za razliko od višjih uravnav je na tem nivoju ohranjenega bistveno več ilovnatnega sedimenta. Pojavlja se na dnu vrtač, udornic in drugih depresij, ponekod pa so ohranjene večje zaplate sedimenta, ki v celoti prekrivajo kraško površje. Granulometrične analize ilovnatnega sedimenta so pokazale, da prevladujeta frakciji melja in gline, petrografske analize ilovnatnega sedimenta pa so razkrile, da vsebuje oolitne karnijske boksitne prodnike, značilne za porečje Cerkniščice.

5 Alohtoni sedimenti na površju

Nad naplavno ravnico v hidrološko aktivnem delu dna kotline, kjer se vsako leto obdobjno pojavljajo poplave, je alohtoni sediment ohranjen na dnu različnih kraških kotanj. Ilovnati sediment zapolnjuje dna nekaterih udornic, vrtač in škrapelj po celotnem Rakovem Škocjanu. Najdemo ga lahko tudi na najvišjih predelih oboda. Ponekod so na površju ohranjene tudi večje zaplate alohtonega sedimenta, ki oblikujejo ilovnate uravnave. Te lahko povsem prekrivajo matično kamninsko podlago. V jugovzhodnem delu kotline so zaplate alohtonih sedimentov na območjih, imenovanih Hlače, Dolgi lazi in Zelniki. V severozahodnem delu kotline je obsežna alohtona ilovnata uravnava, ki zapolnjuje dno kotanje Podbojev laz. Povezana je s števoma razpotegnjenima ilovnatima zaplatama v okolici.



Slika 13: Dolgi lazi ob visokih poplavih.

Območje s toponimom Hlače je severno od zatrepne doline, kjer izvira Rak iz Zelških jam. V Hlačah sta z alohtonim ilovnatim sedimentom zapolnjeni dve vzporodni podolgovati kotanji. Potekata od severovzhoda proti jugozahodu. Zahodna je dolga 140 in široka povprečno 70 m, vzhodna pa je dolga 160 in široka povprečno 50 m. Obe zaplata sta na nadmorski višini med 520 in 540 m. Pobočja obeh kotanj so v zgornjih delih izoblikovana kot nizke stene, pod katerimi so melišča. V pobočjih se mestoma pojavljajo ostanki že močno preperle sige.

V Dolgih lazih okrog 250 m zahodno od Hlač je z alohtonim ilovnatim sedimentom zapolnjena 160 m dolga in povprečno 60 m široka kotanja, ki poteka v smeri sever–jug. Začne se v širokem zatrepu, na nadmorski višini 525 m. Na južni strani prehaja v naplavno ravnico Raka na nadmorski višini 505 m. Vzhodno pobočje sestavljajo do 5 m visoke stene, pod katerimi so melišča. Zahodno pobočje je strmo in skalnato, visoko od 15 do 20 m.

Zaplata alohtonega ilovnatega sedimenta v Zelnikih je jugovzhodno od ponora Raka v Tkalca jami. Dolga je 150 in široka povprečno 40 m, razpotegnjena pa je v smeri jugozahod–severovzhod. Ohranjeni del se začne s plitvo centrično poglobitvijo na nadmorski višini 525 m, pred stranskim vhodom v Tkalca jamo. V končnem delu na



Slika 14: Uravnano dno Podbojevega laza z alohtonim sedimentom.

nadmorski višini 520 m se pojavi še centrična poglobitev v ilovnatem dnu. Pobočja kotanje so večinoma aktivna, ponekod stenasta, pod stenami pa so nakopičeni različno veliki podorni bloki. V bližini stranskega vhoda v Tkalca jamo je nekaj sige, ki je že močno preperela.

Z alohtonim ilovnatim sedimentom je zapolnjen tudi vzhodni, najnižji del kotanje v Podbojevem lazu. Povprečno 150 m široka uravnava je na nadmorski višini 520 m. V njenem osrednjem delu se pojavljajo do 15 m široke in do 5 m globoke sufozijske vrtače. Ob robovih ilovnate zapolnitve so na stiku s pobočji posamezne kotanje, kjer se ilovnato gradivo spira v podzemlje. Prehod med uravnanim ilovnatim dnom in položnimi živoskalnimi pobočji kotanje je blag, brez strmih reliefnih stopenj.

V jugovzhodnem delu Podbojevega laza osrednja ilovnata uravnava brez prekinitev prehaja v podolgovato kotanjo, zapolnjeno z alohtonim ilovnatim sedimentom. V smeri sever–jug razpotegnjena kotanja na nadmorski višini od 520 do 525 m je dolga 250 in široka povprečno 10 m. Njeno ilovnato dno je na vmesnih delih prekrito s podornimi bloki, zato ni povsem uravnano. Pobočja kotanje so v večjem delu stenasta, pod stenami pa so nakopičeni različno veliki podorni bloki.

Podolgovata kotanja, zapolnjena z alohtonim ilovnatim sedimentom, je tudi zahodno od osrednje ilovnate uravnave v Podbojevem lazu. Dolga je 120 in široka povprečno 40 m. Razpotegnjena je v smeri sever–jug. Dno na nadmorski višini 510 m je skoraj povsem ravno. Pobočja kotanje so stenasta, pod stenami pa so ponekod nako-



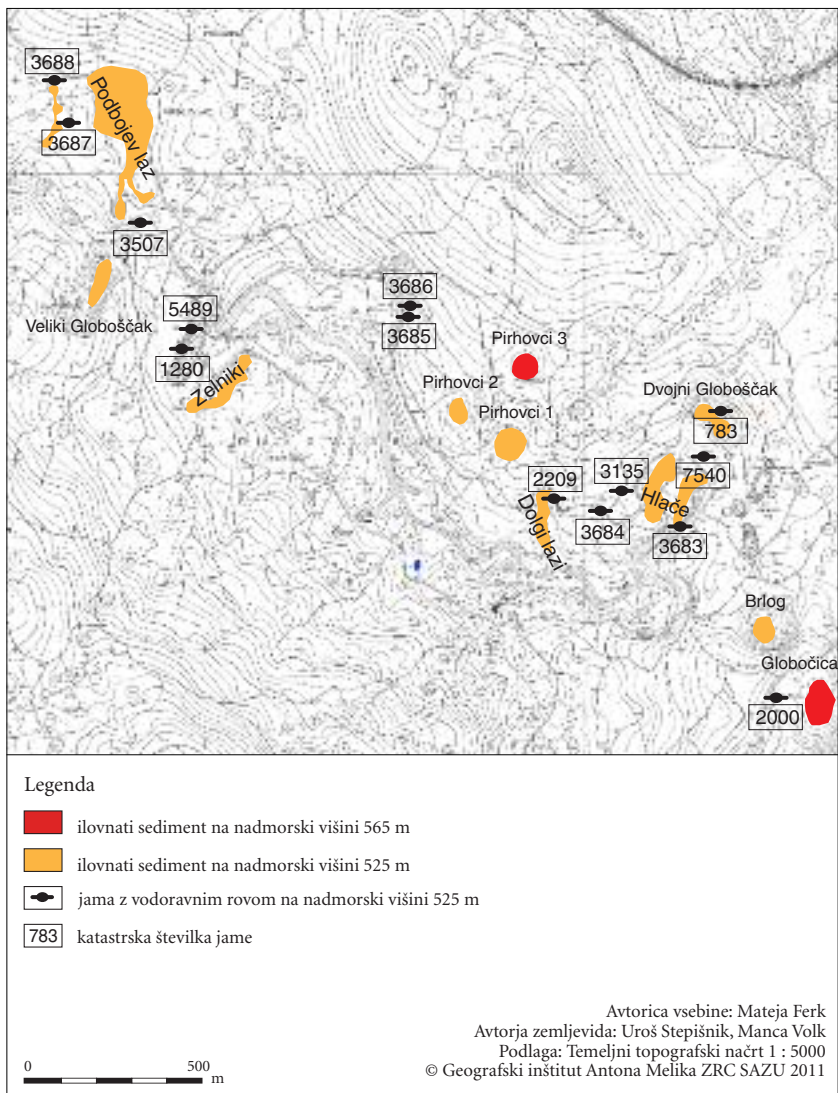
MATEJA FERK

pičeni večji podorni bloki. Kotanja v severozahodnem delu, kjer je obod najnižji, prehaja v sosednjo podolgovato kotanjo na nadmorski višini okrog 515 m, prav tako zapolnjeno z ilovnatim sedimentom. Dolga je 110 in široka povprečno 20 m. Zaključí se pod stenastim zatrepom. Dno je razčlenjeno z vrtačami in vmesnimi skalnatimi grebeni, ki pa so nižji od okoliškega površja. Pobočja te kotanje so položna in postopno prehajajo v okoliško površje.

Ker je ilovnati sediment na vseh opisanih lokacijah odložen na višji nadmorski višini, kot jo v recentnih hidroloških razmerah doseže gladina kraške vode, nas je zanimalo, v kakšnih razmerah je bil odložen in od kod izvira. V ta namen smo analizirali vzorce ilovnatega sedimenta, ki se pojavlja na površju. Granulometrične analize sedimenta so razkrile, da prevladuje frakcija melja, veliko pa je tudi gline in drobnega peska. Petrografske analize so pokazale, da sediment med drugim vsebuje oolitne karbonske boksitne prodnike, značilne za porečje Cerknišnice.

6 Jame

Na območju Rakovega Škocjana je v Katastru jam Jamarske zveze Slovenije registriranih 64 jam (Kataster jam JZS 2011). Med njimi je 10 aktivnih vodnih jam, 32 neaktivnih vodnih jam, ki so nastale v freatični in epifreatični coni, ter 22 vadoznih



Slika 15: Območja alohtonih sedimentov na površju.



Legenda

- aktivna freatična in epifreatična jama
- neaktivna freatična in epifreatična jama
- vadozno brezno

0 1000 m

Avtor vsebine: Uroš Stepišnik
 Avtorja zemljevida: Uroš Stepišnik, Manca Volk
 Podlaga: Državna topografska karta 1 : 25.000
 © Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU 2011

Slika 16: Lokacije jam v Rakovem Škocjanu glede na njihov tip.

Slika 17: Tlorisni načrt Zelških jam (Kataster jam JZS 2011). ► str. 34



MATEJA FERK

Slika 18: Stranski vhod v Tkalca jamo.



MATEJ LIPAR

Slika 19: Vhodni del Tkalca jame.

MATEJ LIPAR



Slika 20: Glavni vhod v Tkalca jamo ob nizkem vodostaju.

MATEJA FERK



Slika 21: Glavni vhod v Tkalca jamo ob visokih poplavah.

brezen. Z vidika interpretacije hidrološkega in geomorfološkega razvoja kotline so najpomembnejše aktivne vodne jame ter odseki freatičnih in epifreatičnih jamskih sistemov, ki niso več hidrološko aktivni.

6.1 Aktivne vodne jame

Aktivne vodne jame so dostopne le v dolini Raka, medtem ko v Podbojevem lazcu ni dostopna nobena jama, ki bi segla do gladine kraške vode. Hidrološka funkcija vodnih jam je dovajanje vode v Rakov Škocjan ali odvajanje vode iz njega.

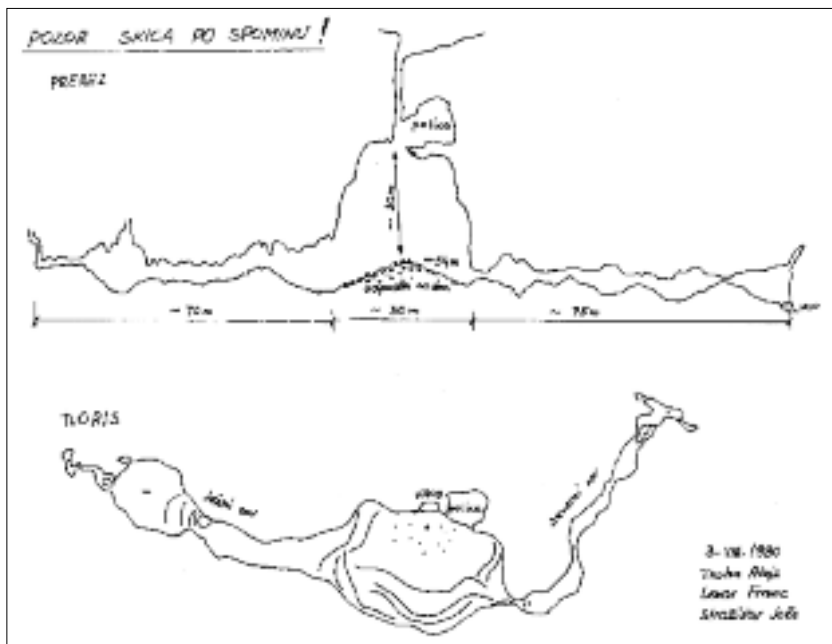
Najdaljša vodna jama so 4742 m dolge Zelške jame (katastrska številka 576; Kataster jam JZS 2011), ki so izoblikovane na skrajni severovzhodni strani doline Raka. Zelške jame so izvorna jama, iz katere priteka Rak. Razvejen jamski sistem Zelških jam je pglavitni pritočni del Rakovega Škocjana. V sedanjih hidroloških razmerah je hidrološko aktiven le del jamskega sistema, ostali rovi so nastali v preteklih razvojnih fazah in so hidrološko neaktivni. V preteklih razvojnih fazah je bil pomemben dotok vode po Južnem in Blatnem rovu. Južni rov, ki je v zdajšnjih hidroloških razmerah neaktiven, se zaključa s čelnim podorom na območju udornice Brlog. V Blatnem rovu se še vedno pojavlja občasen potok, ki teče od juga proti severu. Rov se na jugu zaključa s čelnim podorom na območju udornice Globočica. Hidrološko neaktiven Severni rov je v preteklosti prevajal vode proti severozahodu, v smeri udornice Dvojni Globočak. Zaradi tega je moral biti izvir Raka nekoliko severneje ali zahodnejše od zdajšnjega.

Z vidika interpretacije hidroloških razmer Rakovega Škocjana v sedanjih in preteklih razmerah je pomembna tudi 2885 m dolga Tkalca jama (katastrska številka 857; Kataster jam JZS 2011) na severozahodni strani doline Raka. Je epifreatična ponorna jama, ki odvaja vode iz doline Raka proti Planinskemu polju. Jama poteka v glavnem od jugovzhoda proti severozahodu. Na podlagi morfoloških in morfometričnih značilnosti njenega vhodnega dela in stranskih rogov lahko domnevamo, da so se posamezni deli jame izoblikovali v različnih razvojnih fazah.

6.2 Neaktivne vodne jame

Neaktivnih freatičnih in epifreatičnih jam je največ na vzhodni, izvorni, in severozahodni, ponorni strani doline Raka ter v Podbojevem lazcu. Gre za ostanke razpadlih jamskih sistemov, ki so bili aktivni v starejših fazah razvoja kotline. Jame predstavljajo odseke nekdanjih izvornih ali ponornih jam, ki so dovajale ali odvajale vodo iz Rakovega Škocjana, zato so ključne za interpretacijo preteklih razvojnih faz kotline.

Najdaljša neaktivna vodna jama je 220 m dolga Anžetova ali Dvatisoča jama (katastrska številka 2000; Kataster jam JZS 2011) na jugovzhodni strani Rakovega Škocjana. Poteka od severozahoda proti jugovzhodu. V starejši razvojni fazi kotline je bila pri-

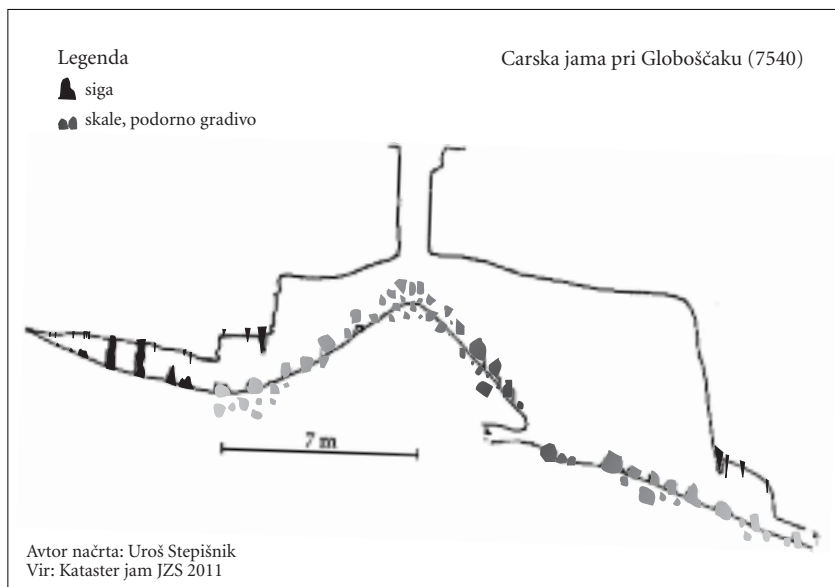


Slika 22: Tlorisni načrt Anžetove jame (Kataster jam JZS 2011).

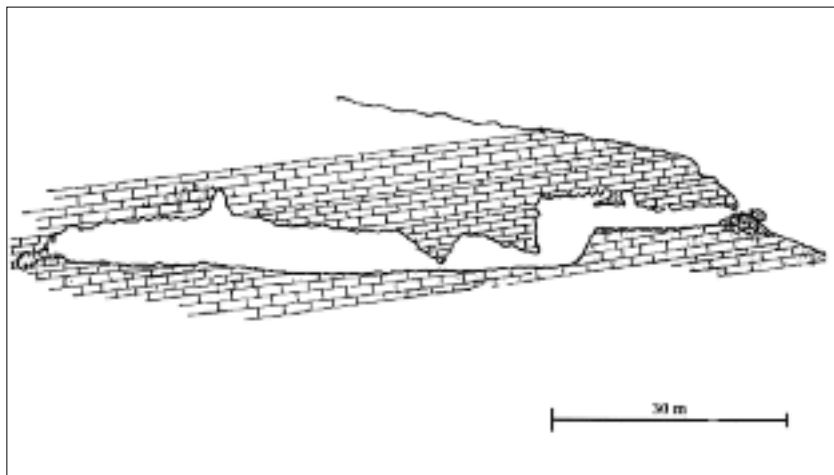
točna jama, ki je dovajala vode iz jugovzhodne smeri. Njen zahodni rov se na severni strani zaključi s čelnim podorom na območju udornice Brlog.

Na vzhodni strani doline Raka je 200 m severno od izvira Raka Carska jama pri Globoščaku (katastrska številka 7540; Kataster jam JZS 2011). Odpira se med udornico Dvojni Globoščak in območjem, imenovanim Hlače. Vodoravni jamski rov je dolg 27 m in poteka v smeri sever–jug. Jamo je izoblikovala tekoča voda v freatični ali epifreatični coni. Na njenih stenah ohranjene primarne jamske oblike nakazujejo, da je v starejši razvojni fazi kotline imela vlogo pritočnega kanala v dolino Raka.

116 m dolga Jama pod cesto v Rakovem Škocjanu (katastrska številka 2209; Kataster jam JZS 2011) se odpira na vzhodni strani doline Raka, v neposrednem zaledju območja, imenovanega Dolgi lazi. Poteka od jugozahoda proti severovzhodu. Je neaktiven ostanek epifreatične jame, ki je imela vlogo pretočne jame. Ker v njej ohranjene primarne jamske oblike kažejo različne smeri vodnega toka, ni možno z gotovostjo sklepati, ali je imela vlogo dovajanja ali odvajanja vode iz doline Raka. Ker pa je bila izoblikovana in preoblikovana v več fazah, se je njena hidrološka funkcija lahko tudi spreminjala.



Slika 23: Skica prereza Carske jame.



Slika 24: Skica prereza Jame pod cesto v Rakovem Škocjanu (Kataster jam JZS 2011).

50 m severno od Velikega naravnega mostu je pod 30 m visoko steno na severovzhodni strani Škocjanske udornice 10 m dolga jama Spodmol pod Škocjanom (katastrska številka 3364; Kataster jam 2011), ki poteka od severa proti jugu. Spodmol je ostanek rova, nad katerim je nastala Škocjanska udornica. Z njenim nastankom so jamske stene postale previsna pobočja udornice, kar dokazujejo številni kapniki in siga, ki, čeprav so zaradi intenzivnega preperevanja siga že močno razpadli, še vedno prekrivajo stene.

V južnem delu Podbojevega laza je 100 m severovzhodno od udornice Veliki Globoščak 40 m dolga Jama pri Malem Globoščaku (katastrska številka 3507; Kataster jam JZS 2011). Poteka v smeri sever–jug. Izoblikovala jo je tekoča voda v freatični ali epifreatični coni. Ker primarne jamske oblike niso ohranjene, smeri vodnega toka ni možno določiti. Posamezni stalaktiti v jami so ukrivljeni proti severu, kar pomeni, da je v času njihovega nastajanja v tej smeri potekala konstantna zračna cirkulacija, tam pa je bilo najverjetneje tudi nadaljevanje jame, ki ga je že v celoti zapolnila siga. Vsekakor lahko sklepamo, da je jama preostanek večjega jamskega sistema, ki je v preteklosti prevajal vodo med dolino Raka in Podbojevim lazom.

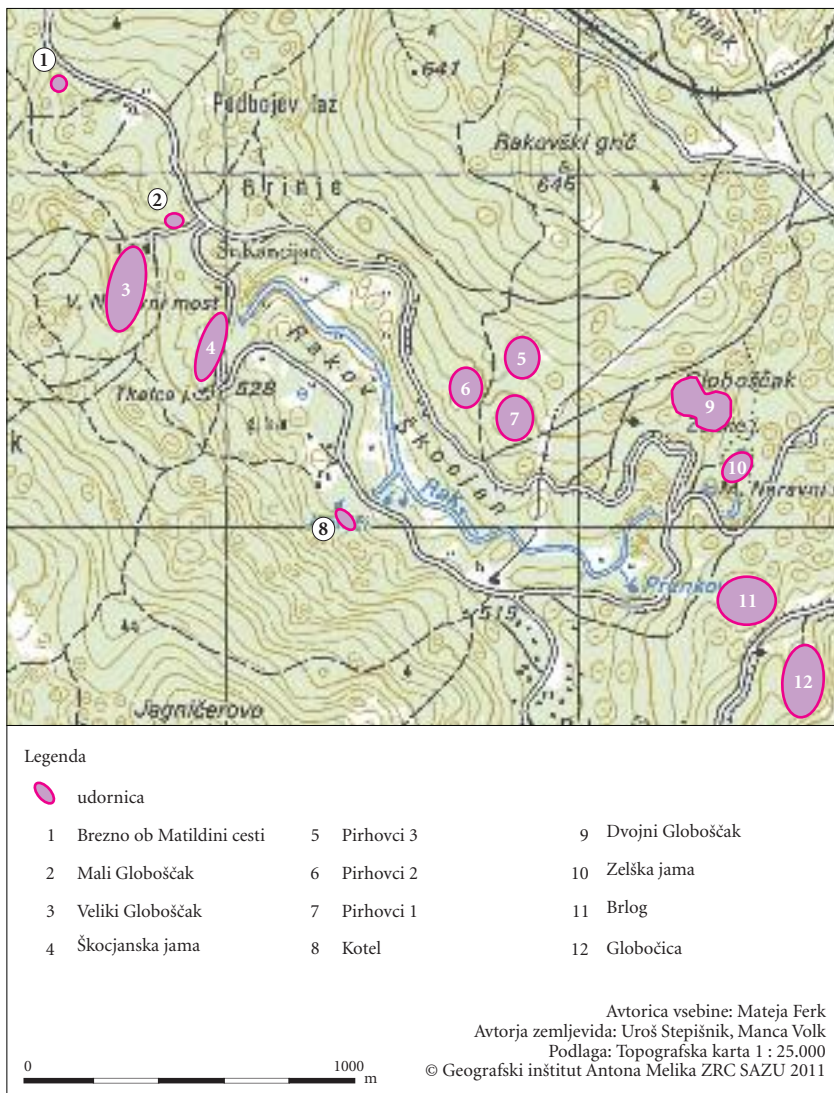
16 m dolga Jama pri Podbojevem laz (katastrska številka 3687; Kataster jam JZS 2011), ki poteka v smeri sever–jug, je na zahodni strani kotanje Podbojev laz. Njene morfološke značilnosti kažejo, da je bila v preteklosti pretočna jama v epifreatični coni. Ker pa so primarne stene in jamski strop preoblikovali odlaganje sige, mehansko rušenje stropa in aktivno zmrzalno preperevanje, ni ohranjenih primarnih jamskih oblik, ki bi nakazovale smer vodnega toka.

7 Udornice

Na obrobju Rakovega Škocjana je 18 udornic. Največ jih je na vzhodni strani kotline, pojavljajo pa se tudi na območju Podbojevega laza. Nad podzemnim tokom Raka v Zelških jamah je sedem udornic. Največja med njimi se imenuje Zelška jama. Ohranjeni del njenega stropa je znan pod imenom Mali naravni most in je ena največjih znamenitosti Rakovega Škocjana (Stepišnik 2006). Na vzhodni strani kotline so še udornice Globočica, Brlog in Dvojni Globoščak ter tri udornice na območju, imenovanem Pirhovci. Na območju kotanje Podbojev laz so udornice Veliki Globoščak, Mali Globoščak in Udornica ob Matildini cesti.

Zelška jama in druge udornice nad jamskim sistemom Zelških jam so izoblikovane na vzhodni strani Rakovega Škocjana, nad podzemnim tokom Raka, tik pred njegovim izvirom v Rakovem Škocjanu. Zaradi sprotnega odnašanja podornega gradiva z njihovega dna imajo vse stenasta pobočja, z dna pa se odpirajo vhodi v različne dele Zelških jam.

Udornica Globočica je na jugovzhodni strani Rakovega Škocjana, ob vznožju Škanskega griča. Njena pobočja so v večjem delu aktivna, stene so le v zgornjih delih južnega



Slika 25: Lokacije udornic na območju Rakovega Škocjana.



Slika 26: Mali naravni most.

in vzhodnega pobočja. Dno udornice je široko do 20 in dolgo 100 m. Uravnano je v alohtonem ilovnatem sedimentu na nadmorski višini 580 m. Globočica je udrta južno od Blatnega rova Zelških jam, ki se na območju udornice zaključi s podorom. S tem je prekinjeno nadaljevanje jamskega rova proti jugu, najverjetneje v smeri ponorne jame Mala Karlovica (katastrska številka 171; Kataster jam JZS 2011) na Cekniškem polju (Stepišnik 2006).

Udornica Brlog je na vzhodni strani Rakovega Škocjana, 100 m severozahodno od Globočice. Ima stenasta pobočja, pod njimi so melišča, ki segajo do dna udornice. Dno je široko povprečno okrog 80 m in v alohtonem ilovnatem sedimentu na nadmorski višini 525 m razmeroma uravnano. Na ilovnatem dnu se pojavljajo sufozijske vrtače, kar nakazuje na aktiven proces odnašanja gradiva izpod udornice. Udornica Brlog je nastala nad vodoravnim jamskim rovom, ki je prevajal vodo od jugovzhoda proti severozahodu. Na jugozahodni strani se za podorom udornice nadaljuje Zahodni rov Anžetove jame, na vzhodni strani udornice pa je vhod v Južni rov Zelških jam.

Udornica Dvojni Globoščak je na severovzhodni strani Rakovega Škocjana, okrog 100 m severno od območja, imenovanega Hlače. Njena pobočja so stenasta, preki-



MATEJA FERK

Slika 27: Korito, nastalo zaradi občasnega iztekanja vode iz udornice Kotel.

nitvi se pojavita le na severni in severovzhodni strani oboda, kjer je pobočje aktivno. Na vzhodni in zahodni strani so pod stenami melišča. Dno v alohtonem ilovnatem sedimentu na nadmorski višini 525 m je razmeroma ravno. Na jugovzhodni strani udornice se v podzemlju s čelnim podorom zaključijo Severni rov Zelških jam. Najverjetneje je nastal nad podzemnim rovom, ki je prevajal vodo proti zahodu, zato lahko sklepamo, da je bil takrat izvir Raka severneje oziroma zahodnejše od recentnega izvira.

Na območju, imenovanem Pirhovci, ki leži na severovzhodni strani Rakovega Škocjana, pod vznožjem Rakovškega griča, so tri udornice. Najjužnejša med njimi, ki smo jo poimenovali Pirhovci 1, ima na zahodni in vzhodni strani aktivna pobočja, na severni in južni strani pa pobočja prekrivajo melišča. Dno udornice je iz alohtonega ilovnatega sedimenta in je rahlo nagnjeno od severnega dela na nadmorski višini 535 m do manjše uravnave v južnem delu na nadmorski višini 525 m. Najzahodnejša med udornicami je Pirhovci 2. Njena pobočja na zahodni, južni in jugovzhodni strani prekrivajo melišča in podorni bloki. Na severni in vzhodni strani je aktivno pobočje, ki zvezno prehaja v okoliško površje. Dno je uravnano v alohtonem ilovnatem sedimentu na nadmorski višini 525 m. Najsevernejša udornica je Pirhovci 3. Na njeni severni in vzhodni strani so aktivna pobočja, na južni in zahodni strani pa pobočja prekrivajo melišča iz podornih blokov različnih dimenzij. Dno je zapolnjeno z alohtonim



Slika 28: Sigaste tvorbe na stenah Škocjanske udornice.

ilovnatim sedimentom in uravnano na nadmorski višini okrog 547 m. Udornic ne moremo povezati s sodobnimi hidrološkimi značilnostmi Rakovega Škocjana, saj ni nobenih znanih ali dostopnih vodnih jam, ki bi dovajale vodo v kotlino iz te smeri. Na podlagi njihove lokacije pa lahko rekonstruiramo pretekle hidrološke razmere v kotlini, ki kažejo, da so se na severovzhodni strani Rakovega Škocjana v podzemlju prevajale večje količine vode v kotlino ali ob njej ter naprej proti severozahodu.

Na zahodni strani Rakovega Škocjana je v zaledju izvirov Kotlički oziroma Očesa udornica Kotel. Na vzhodni in južni strani njena pobočja sestavljajo stene, ki segajo od oboda do dna. Na zahodni strani je aktivno pobočje, ki ga prekrivajo podorni bloki. Dno udornice je na nadmorski višini 505 m in sega v epifreatično cono, zato je del leta ojezerjeno. Podorni bloki večjih dimenzij so deloma prekriti z alohtonim ilovnatim sedimentom. Ob najvišjih vodostajih se udornica napolni z vodo, ki površinsko odteka po 5 m široki in do 3 m globoki strugi v živoskalni matični podlagi proti severu, kjer se izliva v Rak.

V ponornem delu doline Raka je tik pred ponorno Tkalca jamo udornica Škocjanska jama. Njena pobočja so v celoti stenasta. V srednjem delu vzhodnega pobočja je Veliki naravni most. Na južni strani udornice se pod 40 m visoko steno odpira 10 m širok in kar 25 m visok vhod v Tkalca jamo. Po dnu južnega dela udornice, ki je izo-



MATEJA FERK

Slika 29: Podolgovato dno udornice Veliki Globoščak.

blikovano v živi skali na nadmorski višini okrog 500 m, teče Rak, ki priteka skozi Veliki naravni most in ponika v Tkalca jamo. Severni del udornice je neaktiven. V njem je ohranjen obsežen podorni stožec. Nastal je ob poružitvi stropa nad jamo, ki je potekala od severa proti jugu. Stepšnik (2006) ugotavlja, da izrazito podolgovat tloris udornice nakazuje, da je nastala nad plitvo pod površjem potekajočim aktivnim jamskim rovom, tako da je lahko voda sproti odnašala podorno gradivo izpod udornice. Na podlagi morfologije udornice je mogoče sklepati tudi, da je bila udornica hidrološko aktivna vsaj v dveh različnih fazah. Prva faza predstavlja delovanje in posledično odnašanje gradiva po celotni dolžini udornice, kar je vplivalo na značilno podolgovato obliko. V drugi fazi se je voda pretočila skozi Veliki naravni most proti Tkalca jami, zato je severni del udornice ostal neaktiven. Nedvomno so v severnem nadaljevanju podora zdaj neaktivni jamski rovi, katerih sledove lahko prepoznamo v Spodmolu pod Škocjanom na severni strani udornice in v sigastih tvorbah na njenih stenah.

Največja udornica v Podbojevem lazju je Veliki Globoščak, ki je pravzaprav med dolino Raka in Podbojevim lazom, 200 m zahodno od udornice Škocjanska jama. Pobočja Velikega Globoščaka so v glavnem stenasta, pod njimi so melišča. Večja prekinitev v ostenju je le na severni strani, kjer je v zgornjem delu aktivno pobočje in

pod njim melišče. Dno udornice predstavlja 3 m širok in 5 m globok jarek v alohtnem ilovnatem sedimentu na nadmorski višini od 515 do 520 m. Izrazita razpotegnjenost udornice v smeri jugozahod–severovzhod nakazuje, da je nastala nad blizu površja potekajočim aktivnim jamskim rovom, kjer je voda sproti odnašala porušeno gradivo izpod udornice (Stepišnik 2006).

Udornica Mali Globoščak je v južnem delu kotanje Podbojev laz, 50 m severno od Velikega Globoščaka. Njena pobočja so stenasta, pod njimi pa so nakopičeni podorni bloki, ki v celoti prekrivajo dno. Na severni strani udornice se v spodnjem delu stene odpira vhod v Jamo pri Malem Globoščaku. Gre za severno nadaljevanje jamskega rova, nad katerim je nastala udornica.

V osrednjem delu kotanje Podbojev laz je udornica Ob Matildini Cesti. Njena pobočja v celoti sestavljajo navpične, na vzhodni strani celo previsne stene, ki segajo od oboda do dna udornice. Dno se znižuje od južnega dela na nadmorski višini 520 m proti severovzhodnemu delu na nadmorski višini 512 m. Na severovzhodni strani se meter nad dnem v steni odpira pol metra visok in 10 m širok spodmol, dolg največ 5 m. Zaključuje se z zožitvijo lezike, ob kateri je nastal. Udornica je nastala z udorom nad večjim jamskim rovom, ki je najverjetneje prevajal vodo iz Podbojevega laza proti Planinskemu polju.

8 Morfogenetske in morfokronološke značilnosti kotline Rakov Škocjan

Geomorfološka raziskava površinskih in podzemnih kraških oblik na območju kotline Rakov Škocjan je pokazala, da je nastanek in razvoj kotline kompleksnejši, kot je bilo navedeno v dozdajšnji literaturi. Kotlina je izoblikovana v kraški uravnavi na nadmorski višini okrog 600 m, ki jo gradijo apnenci spodnjekredne starosti. Čeznjo potekajo trije izraziti prelomi v dinarski smeri, poleg njih pa še številni manjši prelomi v smeri sever–jug. Ob prelomih so tudi razpoklinske cone, ki prav tako potekajo v dinarski smeri in smeri sever–jug. Osredotočenost tektonskih pojavov na manjšem območju predstavlja oviro podzemnemu pretakanju vod, saj onemogoča nastanek večjih podzemnih kanalov, ki bi lahko prevajali vso dotočno vodo. Na območju kotline Rakov Škocjan voda odteka tudi podzemno, vendar je kamnina pretirna do te mere, da prihaja do lokalno dvignjenega piezometričnega nivoja in vode to območje prečkajo večinoma površinsko.

Kotlina Rakov Škocjan, še zlasti pa dolina Raka v njenem jugovzhodnem delu, predstavlja vmesni člen v pretakanju vode po Notranjskem podolju oziroma v hidrološkem sistemu kraške Ljubljane. S podrobnim preučevanjem reliefnih oblik je bilo ugotovljeno, da so nekatere nastale v drugačnih hidroloških razmerah, saj nima več prvotne hidrološke funkcije. Granulometrične analize ilovnatih sedimentov,

ohranjenih na površju in v jamah na nadmorskih višinah, ki jih v recentnih hidroloških razmerah gladina kraške vode ne doseže več, so razkrile, da gre v vseh primerih za drobnozrnat frakcije sedimenta s prevladujočima deležema melja in glin. Petrografske analize sedimentov pa so pokazale, da je sediment alohtonega izvora, saj se, med drugim, v njem pojavljajo oolitni karnijski boksitni prodniki, ki so značilni za porečje Cerkniščice. Na podlagi teh ugotovitev lahko zaključimo, da so bile smeri pretakanja vode v preteklosti analogne današnjim ter da se hidrološka vloga kotline v preteklosti ni spreminjala.

Z morfološkim kartiranjem Rakovega Škocjana je bilo ugotovljeno, da so ohranjene živoskalne uravnave v pobočjih kotline izoblikovane na primerljivih nadmorskih višinah. Ker je edini znani mehanizem uravnavanja kraškega površja uravnavanje na piezometričnem nivoju, sklepamo, da so nastale z uravnavanjem dna kotline na piezometričnem nivoju v starejših razvojnih fazah. Nivoje uravnav smo lahko povezali tudi z nivoji alohtonih sedimentov na površju ter nivoji danes neaktivnih vodnih jam, ki so se v preteklosti izoblikovane na piezometričnem nivoju. Na podlagi teh ugotovitev smo lahko izpostavili dve izraziti razvojni fazi kotline v preteklosti, to je zgodnjo in srednjo razvojno fazo.

8.1 Zgodnja razvojna faza kotline Rakov Škocjan

V pobočjih kotline se živoskalne uravnave pojavljajo na več nivojih. Najvišje so najverjetneje najstarejši morfološki ostanek iz preteklih razvojnih faz kotline. Izoblikovane so na nadmorski višini od 550 do 565 m. Uravnave na tem nivoju so na vzhodni strani kotline bolj ali manj sklenjene, ohranjene pa so tudi v pobočjih na zahodni in severni strani Rakovega Škocjana.

Na podlagi primerljivosti nadmorskih višin živoskalnih uravnav in njihove prostorske razporeditve sklepamo, da so nastale sočasno, ko je bilo dno kotline uravnano na nadmorski višini okrog 565 m. Ko pa se je v poznejših razvojnih fazah kotline piezometrični nivo zniževal, se je voda vrezovala v kamninsko podlago in postopno poglobljala dno kotline. Preostanki nekdanjega uravnanega kotlinskega dna so se v obliki živoskalnih teras ohranili zgolj v pobočjih kotline. Ker so na živoskalnih terasah zaplate sedimenta, v katerem najdemo tudi oolitne karnijske boksitne prodnike, značilne za porečje Cerkniščice, lahko zaključimo, da so bile smeri pretakanja vode v takratnih hidroloških razmerah podobne današnjim.

Na vzhodni, pritočni strani kotline, so na tej nadmorski višini tudi preostanki neaktivnih vodnih jam, ki pa so bile v času oblikovanja živoskalne uravnave v piezometričnem nivoju na tej nadmorski višini aktivne. Najbolj izrazita fragmenta epifreatičnih jam, ki imata uravnano živoskalno dno na nadmorski višini 560 m, sta Milojkina jama in Brlog pod Javorniško cesto. Na nadmorski višini 560 m ima prav tako v ilovnatem sedimentu uravnano dno Metkina jama v severovzhodnem obrob-

ju kotline. Analize ilovnatnega sedimenta so potrdile, da gre za alohtono gradivo, značilno za porečje Cerkniščice.

Na podlagi reliefnih značilnosti ter speleoloških in sedimentoloških analiz lahko potrdimo zgodnjo fazo oblikovanja kotline Rakov Škocjan na nadmorski višini med 550 in 565 m. Takratni piezometrični nivo na tej nadmorski višini je izoblikoval obsežno, približno 3,5 km dolgo in kilometer široko živoskalno uravnava, prek katere so se pretakali površinski vodni tokovi. V tej zgodnji razvojni fazi je imela kotlina Rakov Škocjan vse značilnosti izvirno-ponornega kraškega polja.

8.2 Srednja razvojna faza kotline Rakov Škocjan

Morfološko najbolj izrazita razvojna faza kotline Rakov Škocjan je ohranjena na nadmorski višini okrog 525 m. V celotnem obodu kotline je na nadmorski višini od 520 do 530 m izoblikovana živoskalna uravnava, ki predstavlja izrazito teraso v pobočjih doline Raka in Podbojevega laza. Tudi ta uravnava se je oblikovala v piezometričnem nivoju. Ker je med dolino Raka in Podbojevim lazom na nadmorski višini 535 m pregib, lahko sklepamo, da sta bili obe kotanji v tej razvojni fazi že morfološko ločeni, saj je prej enotna uravnava razpadla na dve manjši enoti. Kljub temu sta bili hidrološko povezani, saj je med njima neaktivna epifreatična jama Dvojno brezno pri Škocjanu, ki ima vodoravne rove na nadmorski višini okrog 530 m. Jama je prevajala vode med dolino Raka in Podbojevim lazom. Analize vzorcev sedimenta, ki je ohranjen na površju in v jamah na tem nivoju, so prav tako pokazale, da gre v vseh primerih za alohtoni sediment iz porečja Cerkniščice.

Severno od zdajšnjega izvira Raka iz Zelških jam je udornica Dvojni Globoščak, ki ima dno na nadmorski višini 525 m. Njene dimenzije in morfologija nakazujejo, da gre za bližnji udornici, ki sta najverjetneje nastali nad vzporednima aktivnima jamskima rovoma. Da sta bila v tem delu dva vzporedna aktivna vodna rova, nakazujejo vzporedni podolgovati kotanji, imenovani Hlače, zapolnjeni z ilovnatim sedimentom na nadmorski višini od 525 do 530 m. Locirani sta okrog 100 m jugozahodno od udornice, v smeri doline Raka. Podolgovati kotanji sta najverjetneje delovali kot zatrepni dolini v izvirnem delu doline Raka, lahko pa gre tudi za razpadla vzporedna jamska rova, ki sta bila del izvirnega jamskega sistema. Južni in Severni rov Zelških jam, ki sta na nadmorski višini okrog 525 m, sta namreč prevajala večje količine vode od juga proti severu. Severni rov Zelških jam pa se zaključí v neposredni bližini udornice Dvojni Globoščak.

250 m zahodno od Hlač je zatrepna dolina Dolgi lazi, ki je zapolnjena z alohtnim ilovnatim sedimentom in je odprta proti strugi Raka. Začenja se v izrazitem stenastem zatrepu na nadmorski višini 525 m. Na robu zatrepa je vhod v Jamo pod cesto v Rakovem Škocjanu, ki je v tej razvojni fazi delovala kot izvirna jama. Dimenzije in morfologija Dolгих lazov ter jame v njihovem zaledju nakazujejo, da je bil na

začetku zatrepne doline eden od izvirov, ki so dovajali večje količine vode v dolino Raka.

Na vzhodni strani doline Raka sta udornici Pirhovci 1 in 2 z dnom na nadmorski višini 525 m. Dimenzije in morfologija udornic kažejo, da sta nastali nad jamskima rovoma, pri čemer je aktivni vodni tok sproti odnašal podorno gradivo. Udornici nakazujeta, da je v tej razvojni fazi del vod odtikal podzemno severovzhodno od zdajšnje doline Raka.

Na podlagi morfološke izoblikovanosti prehoda dela živoskalnih uravnjav v višja pobočja lahko sklepamo, da je bilo v razvojni fazi doline z dnom na nadmorski višini okrog 525 m poleg že opisanih izrazitejših izvirnih delov, kjer je najbrž dotekala glavčina pritočne vode, še več manjših izvirov. Neizraziti ostanki domnevno manjših zatrepov so predvsem na zahodni strani doline. Čeprav se v manjših zaplatah alohtonega gradiva pojavljajo tudi boksitni prodniki, so ti na zahodni strani doline Raka redkejši in manjših dimenzij od tistih na njeni vzhodni strani. Najverjetneje je že v takratnih hidroloških razmerah na zahodni strani doline izvirala tudi avtigena voda iz kraškega masiva Javornikov, kar lahko pojasni odsotnost prodnikov.

Večina neaktivnih vodnih jam v dolini Raka je na vzhodni strani doline. Vse jame v neposrednem zaledju doline imajo na nadmorskih višinah okrog 525 m izoblikovana bodisi živoskalna dna bodisi ohranjene zapolnitve alohtonega ilovnatnega sedimenta. S petrografskimi analizami sedimenta v jamah je bilo ugotovljeno, da je voda, iz katere se je odlagalo gradivo, pritekala iz porečja Cerknišnice. To pomeni, da so bile smeri pretakanja vode v tej razvojni fazi podobne današnjim. Jame v severovzhodnem in vzhodnem delu doline so imele najverjetneje vlogo pritočnih jam.

V fazi uravnavanja dna doline na nivoju okrog 525 m so bili najverjetneje tudi Cerkniški lazi na pritočnem območju doline. V pobočjih zatrepne doline je izoblikovana skoraj neprekinjena živoskalna uravnava na nadmorski višini okrog 525 m. Zatrepom podobne oblike so izoblikovane le v jugozahodnem pobočju. Vendar pa v pobočjih ni poznanih jam, na podlagi katerih bi lahko morfogenetsko opredelili Cerkniške laze.

V ponornem delu doline Raka je južno od stranskega vhoda v Tkalca jama podolgovata kotanja na nadmorski višini od 520 do 530 m, zapolnjena z ilovnatim sedimentom. Iz njene oblike ni razvidno, ali je jarek brezstropa jama ponornega jamskega rova ali gre morebiti za ostanek slepe doline. Ker je jarek samo 10 m od stranskega vhoda v Tkalca jama, ki je nastal s porušitvijo stropa nad tik pod površjem potekačim jamskim rovom, ki je v smeri proti jarku zapolnjen s podornim gradivom, ilovnatim sedimentom in sigo, domnevamo, da je v genetski povezavi z začetnim delom Tkalca jame. Na podlagi morfologije vhodnega dela Tkalca jame in udornice Škocjanska jama sklepamo, da so v tej razvojni fazi doline vode na območju jarka ponikale in tekle po jamskem rovu, nad katerim je nastala Škocjanska jama, v obratni smeri kot danes proti severu in Podbojevemu lazu.



MATEJA FERK

Slika 30: Živoskalna uravnavna na vzhodni strani doline Raka (nadmorska višina 525 m).



MATEJA FERK

Slika 31: Zaplata ilovnatega sedimenta na živoskalni uravnavi (nadmorska višina 525 m).



MATEJA FERK

Slika 32: Dno udornice Pirhovci 1 je zapolnjeno z ilovnatim sedimentom.



MATEJA FERK

Slika 33: Profil v ilovnatem sedimentu, ki zapolnjuje dno udornice Pirhovci 3.

MATEJA FERK



Slika 34: Osrednji del Cerkniških lazov ob visokih poplavah.

MATEJA FERK



Slika 35: Osrednji del Cerkniških lazov ob nizkem vodostaju.



MATEJA FERK

Slika 36: Ob visokih poplavah zalije voda tudi višje kotanje v osrednjem delu doline Raka.



MATEJA FERK

Slika 37: Ob nizkem vodostaju Rak presahne in razkrije bregove recentne naplavne ravnice.

MATEJA FERK



Slika 38: Ob visokih poplavah je krožna pot v dolini Raka neprevozna.

MATEJA FERK



Slika 39: Med visokimi poplavami pogosto nastane gmotna škoda na krožni pot.



MATEJA FERK

Slika 40: Osrednji del doline Raka se ob visokih poplavah v celoti ojezeri.



MATEJA FERK

Slika 41: Osrednji del doline Raka ob nizkem vodostaju.

V skrajnem severnem delu doline Raka je v pobočjih živoskalna uravnava prav tako izoblikovana na nadmorski višini od 520 do 525 m. Ob njenem stiku z višje ležečim pobočjem ni zatrepov ali jam, ki bi nakazovali lokacije morebitnih ponorov. Vzhodno od uravnave je obsežen stenast zatrep Farovka, v katerem sta vhoda v Jami 1 in 2 nad Farjevko. Aktivni sta bili v razvojni fazi doline, ko je piezometer segal vsaj do nadmorske višine 525 m.

Na podlagi reliefnih značilnosti ter speleoloških in sedimentoloških analiz lahko potrdimo srednjo razvojno fazo oblikovanja doline Raka na nadmorski višini med 520 in 530 m. Takratni piezometrični nivo na tej nadmorski višini je izoblikoval približno kilometer in pol dolgo ter pol kilometra široko živoskalno uravnano dno, prek katerega so se pretakali površinski vodni tokovi. V tej razvojni fazi je imela dolina Raka značaj izvirno-ponornega kraškega polja.

V južnem delu Podbojevega laza je na nadmorski višini okrog 520 m z ilovnatim sedimentom zapolnjena podolgovata kotanja. Na podlagi njene morfologije in lege sklepamo, da gre za brezstropo jamo, nastalo iz jamskega rova, ki je prevajal večjo količino vode. 50 m jugozahodno od njenega začetnega dela je izrazito razpotegnjena udornica Veliki Globoščak, ki ima dno uravnano v ilovnatem sedimentu na nadmorski višini 520 m. Potek kotanje in udornice nedvomno kažeta na razvoj obeh oblik nad enotnim jamskim rovom. Ker je jugozahodno od Velikega Globoščaka v podzemlju 60 m dolg stranski rov Tkalcja jame, ki poteka proti udornici in se 50 m pred njo konča s podorom na nadmorski višini 510 m, lahko zaključimo, da gre za razpadel jamski sistem, ki je v razvojni fazi kotline z dnom, izoblikovanim na nadmorski višini okrog 525 m, odvajal večjo količino vode v podzemlje, najprej proti zahodu in nato proti severu. Ne moremo pa povsem izključiti, da ni vsaj v kakšni vmesni fazi voda v tem delu izvirala in pritekala na Podbojev laz.

Na severu postaja jarek brezstrope jame čedalje manj izrazit in postopoma prehaja v vzhodni, najnižji del Podbojevega laza, kjer je široka kotanja, zapolnjena z ilovnatim sedimentom na nadmorski višini 520 m. Analize ilovnatega sedimenta so pokazale, da gre za alohtono gradivo iz porečja Cerkniščice, ki se je odlagalo iz stoječe vode na piezometričnem nivoju. To nakazuje, da je bila v tej razvojni fazi kotanja vsaj del časa ojezerjena. V osrednjem delu Podbojevega laza sta še vzporedni podolgovati kotanji, zapolnjeni z alohtonim gradivom na nadmorski višini med 500 in 505 m. Gre za brezstropi jami. Južnejša in bolj izrazita se v severovzhodnem delu nadaljuje v Jamo pri Podbojevem laz. Čeprav v jami ni ohranjenih primarnih jamskih oblik, lahko na podlagi njene lokacije sklepamo, da gre za preostanek večje epifreatične jame, ki je odvajala vodo iz Podbojevega laza proti zahodu. Ta brezstropa jama, tako kot tista v južnem delu Podbojevega laza, se na zahodni strani zaključuje na območju Nadliškega preloma. Severnejši jarek brezstrope jame je bolj razčlenjen in manjših dimenzij. Sprva poteka vzporedno z Nadliškim prelomom, nato pa se v severnem delu na stiku s prelomom konča na območju Udornice ob Matildini cesti.



MATEJA FERK

Slika 42: Ponorni del doline Raka ob visokih poplavah.



MATEJA FERK

Slika 43: Ponorni del doline Raka ob nizkem vodostaju.

MATEJA FERK



Slika 44: Območje Farovke ob visokih poplavah.

MATEJA FERK



Slika 45: Območje Farovke ob nizkem vodostaju.



MATEJA FERK

Slika 46: Tok Raka pod Malim naravnim mostom ob visokih poplavih.



MATEJA FERK

Slika 47: Ob nizkem vodostaju Rak pod Malim naravnim mostom presahne.

Najverjetneje gre za preostanke odtočne vodne jame, ki je vode iz Podbojevega laza odvajala proti severu.

Manj jasno je določanje lokacij zatrepov, kjer je voda, ki je pritekala iz doline Raka, izvirala. Čeprav sta v tej razvojni fazi kotanji že bili morfološko ločeni, analize ilovnatega sedimenta ter primerljive nadmorske višine živoskalnih uravnav in sedimentiranega alohtonega gradiva nakazujejo, da sta bili hidrološko povezani. Domnevamo, da je del vod, ki so poniknile v dolini Raka, izviral v skrajnem jugovzhodnem delu Podbojevega laza, kjer je v pobočju izoblikovan izrazit zatrep. Iz zatrepja je proti najnižjemu delu Podbojevega laza zaznavna neizrazita poglobitev v reliefu, ki je od 10 do 15 m široka in največ do meter globoka. Ponekod jo prekrivajo zaplate ilovnatega sedimenta. 50 m za zatrepom je v smeri proti dolini Raka udornica Mali Globoščak. Na njenem dnu se odpira vhod v Jamo pri Malem Globoščaku, ki poteka v smeri proti zatrepu. Njeno nadaljevanje na jugovzhodni strani udornice v celoti zapolnjuje podorni material. Domnevamo, da je Jama pri Malem *Globoščaku ostank vodne jame, ki je prevajala podzemne vode med dolino Raka in Podbojevim lazom.

Na podlagi reliefnih značilnosti ter speleoloških in sedimentoloških analiz lahko tudi na območju kotanje Podbojev laz potrdimo srednjo razvojno fazo kotline, med katero je piezometrični nivo še segal do nadmorske višine okrog 525 m. Takratni piezometrični nivo je na tej nadmorski višini v osrednjem delu Podbojevega laza izoblikoval obsežno uravnavo v ilovnatem sedimentu okoli katere so ohranjeni ostanki živoskalne uravnave. V srednji razvojni fazi, ko je bil Podbojev laz nazadnje hidrološko aktiven, je bila uravnava približno kilometer dolga in okoli 300 m široka. Po hidrološki funkciji bi jo tako lahko opredelili kot izvirno-ponorniško kraško polje. Čeprav je bila v tej razvojni fazi kotlina Rakov Škocjan najverjetneje morfološko že ločena, sta bili dolina Raka in kotanja v Podbojevem lazju hidrološko povezani.

9 Sklep

Kotlina Rakov Škocjan je sestavljena iz doline Raka in kotanje Podbojev laz. V celoti je izoblikovana v dobro prepustnih in zakraselih apnencih kredne starosti. Prečkajo jo trije izraziti prelomi in številne prelomne cone, ki zajezujejo podzemne vode in v zaledju kotline ohranjajo visok piezometrični nivo. V kotlini Rakovega Škocjana so geomorfne oblike, ki jih ni mogoče pojasniti z recentnimi hidrološkimi značilnostmi. Oblikovane so bile torej v preteklih razvojnih fazah kotline. S podrobnimi terenskimi raziskavami, ki so obsegale morfografsko kartiranje, morfometrične analize izbranih reliefnih oblik, speleološke analize jam in laboratorijske analize alohtonih sedimentov, sta bili opredeljeni dve pretekli razvojni fazi kotline.

V zgodnji razvojni fazi je bilo izoblikovano sorazmerno uravnano dno na nadmorski višini okrog 565 m. V to razvojno fazo smo uvrstili živoskalne uravnave na



MATEJA FERK

Slika 48: Veliki naravni most.



MATEJA FERK

Slika 49: Mali naravni most.

nadmorski višini od 550 do 570 m, ki so najverjetneje najstarejši morfološki ostanek razvojnih faz kotline. Ohranile so se v pobočjih celotnega oboda kotline. Živoskalne uravnave so močno razčlenjene z vrtačami in drugimi površinskimi kraškimi oblikami. Neaktivne vodne jame, ki jih je v tej razvojni fazi izoblikovala voda na piezometričnem nivoju, so močno deformirane. V njih niso ohranjene ne primarne jamske oblike ne alohtoni sedimenti, ki bi omogočali zanesljivo interpretacijo takratne hidrološke vloge jam. Na tem nivoju so ohranjene zanemarljivo majhne količine alohtonega sedimenta, ki se pojavlja na dnu nekaterih kotanj. Petrografske analize so pokazale, da gre za alohtoni sediment, ki je značilen za porečje Cerkniščice.

V srednji razvojni fazi kotline se je izoblikovalo razmeroma uravnano dno na nadmorski višini okrog 525 m. Ostanke uravnave so prav tako ohranjeni v pobočjih celotnega oboda kotline. Čeprav so tudi uravnave, ki pripadajo srednji razvojni fazi kotline, razčlenjene s površinskimi kraškimi oblikami, so zelo izrazite in v reliefu bolj izražene od uravnave iz zgodnje razvojne faze. V srednji razvojni fazi so bile hidrološko aktivne tudi številne jame in udornice na obrobju kotline. V tej razvojni fazi so bili pomembni izviri najverjetneje na območju, imenovanem Hlače, kjer sta izoblikovana vzporedna jarka, zapolnjena z alohtonim sedimentom na nadmorski višini okrog 530 m, v njegovem zaledju pa so jame in udornice, ki nakazujejo na pretakanje večje količine vode v tem delu kotline. Natančne lokacije ponorov v tej razvojni fazi kotline ni mogoče določiti. Morfologija pregiba med kotanjama doline Raka in Podbojevega laza ter višinska razlika med pregibom na nadmorski višini 535 m in živoskalnimi uravnami srednje razvojne faze na nadmorski višini 525 m nakazujejo, da sta bili kotanji v tej fazi najverjetneje že morfološko ločeni in zgolj hidrološko povezani s podzemnim pretakanjem vode. Na tem nivoju je ohranjenega veliko alohtonega sedimenta, ki zapolnjuje dna kotanj in jam ter celotno dno kotanje Podbojev laz. Petrografske analize sedimenta so razkrile, da gre za alohtoni sediment, značilen za porečje Cerkniščice.

Na podlagi predstavljenih rezultatov lahko sklenemo, da se je kotlina oblikovala postopno, s počasnim zniževanjem piezometričnega nivoja, saj bi se v nasprotnem primeru vodni tok prestavil v podzemlje. Med obdobji počasnega zniževanja piezometričnega nivoja so bila daljša stabilna obdobja, ko so se izoblikovale večje uravnave v epifreatični coni. Torej je bil Rakov Škocjan v zgodnji razvojni fazi enotno izvirno-ponorniško kraško polje. Nato je v srednji razvojni fazi razpadel na dve ločeni kotanji, ki sta prav tako delovali kot izvirno-ponorniški kraški polji. Na podlagi sedimentoloških analiz je bilo ugotovljeno, da se smeri pretakanja vode v preteklih razvojnih fazah kotline niso bistveno spreminjale, čeprav so bili tako izviri kot ponori v obrobju kotline na drugih lokacijah.

Torej lahko sklenemo, da se je Rakov Škocjan razvil postopoma iz enotnega kraškega polja, ki je kasneje z vrezovanjem razpadlo na dve morfološko ločeni kraški polji: dolino Raka in Podbojev laz. Danes poteka vrezovanje le v hidrološko aktivnem delu, kjer se je v nekdanjem kraškem polju oblikuje kanjon Raka.

10 Seznam virov in literature

- Čar, J., Gospodarič, R. 1984: O geologiji krasa med Postojno, Planino in Cerknico. *Acta carsologica* 12. Ljubljana
- Gams, I. 1965: H kvartarni geomorfogenezi ozemlja med Postojnskim, Planinskim in Cerkniškim poljem. *Geografski vestnik* 37. Ljubljana.
- Gams, I. 1966: K hidrologiji ozemlja med Postojnskim, Planinskim in Cerkniškim poljem. *Acta carsologica* 4. Ljubljana.
- Gams, I. 1970: Maksimiranost kraških podzemelskih pretokov na primeru ozemlja med Cerkniškim in Planinskim poljem. *Acta carsologica* 5. Ljubljana.
- Gams, I. 2004: Kras v Sloveniji v prostoru in času. 2. izdaja. Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1968: Podrti kapniki v Postojnski jami. *Naše jame* 9. Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1969a: Prirodne akumulacije v jamah porečja Ljubljanice. *Krš Jugoslavije* 6. Zagreb
- Gospodarič, R. 1969b: Raziskovanje Velike in Male Karlovice. *Naše jame* 10. Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1969c: Speleološki procesi v Postojnski jami iz mlajšega pleistocena. *Naše jame* 10. Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1970: Speleološke raziskave Cerkniškega jamskega sistema. *Acta carsologica* 5. Ljubljana.
- Gospodarič, R., Habič, P. 1966: Črni potok in Lekinka v sistemu podzemelskega odtoka iz Pivške kotline. *Naše jame* 8.
- Gospodarič, R., Habič, P. 1979: Kraški pojavi Cerkniškega polja. *Acta carsologica* 8. Ljubljana.
- Gospodarič, R., Kogovšek, J., Luzar, M. 1983: Hidrogeologija in kraški izviri v Rakovem Škocjanu pri Postojni. *Acta carsologica* 11. Ljubljana.
- Habič, P., Gospodarič, R. 1987: The Rakov Škocjan karst valley. Man's impact in Dinaric karst. Ljubljana, Postojna.
- Kataster jam JZS. Jamarska zveza Slovenije. Ljubljana, 2011.
- Kogovšek, J. 1999: Nova spoznanja o podzemnem pretakanju vode v severnem delu Javornikov (Visoki kras). *Acta carsologica* 28-1. Ljubljana.
- Kogovšek, J. 2004: Fizikalno-kemične značilnosti voda v zaledju Malenščice (Slovenija). *Acta carsologica* 33-1. Ljubljana.
- Kogovšek, J., Knez, M., Mihevc, A., Petrič, M., Slabe, T., Šebela, S. 1999: Military training area in Kras (Slovenija). *Environmental Geology* 38-1.
- Kogovšek, J., Petrič, M. 2004: Advantages of longer-term traicing – three case studies from Slovenia. *Environmental Geology*, 47, str. 76–83
- Kolenc, D. 2006: Good morning, land of Martin Krpan : A journey through Notranjska. Postojna.
- Korošec, B. 1967: Beseda, dve o Steinbergovem in drugih opisih Cerkniškega jezera. *Kronika – časopis za slovensko krajevno zgodovino* 15-1. Ljubljana.

- Kunaver, P. 1922: Kraški svet in njegovi pojavi. Ljubljana.
- Kunaver, P. 1961: Cerkniško jezero. Ljubljana.
- Kunaver P. 1966: Rakov Škocjan. Kulturni in naravni spomeniki Slovenije 6. Ljubljana.
- Martel, E. 1894: Les Abîmes. Paris, Delagrave.
- Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. L 33-70, Postojna. Zvezni geološki zavod. Beograd. 1967.
- Osnovna geološka karta SFRJ. Tolmač za list Postojna. Zvezni geološki zavod Beograd, 1970.
- Petrič, M., Šebela, S. 2005: Hydrogeological research as a basis for the preparation of the plan of monitoring groundwater contamination: a case study of the Stara vas landfill near Postojna (SW Slovenia). *Acta carsologica* 34-2. Ljubljana.
- Putick, W. 1888: Die unschädliche Ableitung der Hochwässer aus den Kesselthälern in Innerkrain. Dunaj.
- Schmidl, A. 1850: Beitrag zur Höhlenkunde des Karstes. Dunaj.
- Stepišnik, U. 2006: Udornice na slovenskem krasu. Doktorska disertacija. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Šerko, A. 1949: Kotlina Škocjan pri Rakeku. *Geografski vestnik* 20–21. Ljubljana.
- Valvasor, J. V. 1970: Die Ehre dess Hertzogthums Crain. Faksimile. Ljubljana, München.

11 Seznam slik

Slika 1: Lokacija preučevanega območja v osrednjemdelu Notranjskega podolja.	12
Slika 2: Kotlina Rakov Škocjan z označenima kotanjama doline Raka in Podbojev laz.	13
Slika 3: Geomorfološki zemljevid doline Raka (Šerko 1949).	15
Slika 4: Veliki naravni most ob nizkem vodostaju.	18
Slika 5: Veliki naravni most ob visoki poplavni vodi.	19
Slika 6: Tektonska zgradba kotline Rakov Škocjan.	21
Slika 7: Geomorfološki zemljevid hidrološko aktivnega dna doline Raka.	22
Slika 8: Dolina Raka ob nizkem vodostaju.	23
Slika 9: Dolina Raka ob visokih poplavah.	23
Slika 10: Izvir Prunkovec.	25
Slika 11: Izviri Kotličji ali Očesa.	25
Slika 12: Nivoji živoskalnih uravnav v kotlini Rakov Škocjan.	27
Slika 13: Dolgi lazi ob visokih poplavah.	29
Slika 14: Uravnano dno Podbojevega laza z alohtonim sedimentom.	30–31
Slika 15: Območja alohtonih sedimentov na površju.	32
Slika 16: Lokacije jam v Rakovem Škocjanu glede na njihov tip.	33

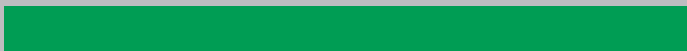
Slika 17: Tlorisni načrt Zelških jam (Kataster jam JZS 2011).	34–35
Slika 18: Stranski vhod v Tkalca jamo.	36
Slika 19: Vhodni del Tkalca jame.	36
Slika 20: Glavni vhod v Tkalca jamo ob nizkem vodostaju.	37
Slika 21: Glavni vhod v Tkalca jamo ob visokih poplavah.	37
Slika 22: Tlorisni načrt Anžetove jame (Kataster jam JZS 2011).	39
Slika 23: Skica prereza Carske jame.	40
Slika 24: Skica prereza Jame pod cesto v Rakovem Škocjanu (Kataster jam JZS 2011).	40
Slika 25: Lokacije udornic na območju Rakovega Škocjana.	42
Slika 26: Mali naravni most.	43
Slika 27: Korito, nastalo zaradi občasnega iztekanja vode iz udornice Kotel.	44
Slika 28: Sigaste tvorbe na stenah Škocjanske udornice.	45
Slika 29: Podolgovato dno udornice Veliki Globoščak.	46
Slika 30: Živoskalna uravnava na vzhodni strani doline Raka (nadmorska višina 525 m).	51
Slika 31: Zaplata ilovnatnega sedimenta na živoskalni uravnavi (nadmorska višina 525 m).	51
Slika 32: Dno udornice Pirhovci 1 je zapolnjeno z ilovnatim sedimentom.	52
Slika 33: Profil v ilovnatem sedimentu, ki zapolnjuje dno udornice Pirhovci 3.	52
Slika 34: Osrednji del Cerknških lazov ob visokih poplavah.	53
Slika 35: Osrednji del Cerknških lazov ob nizkem vodostaju.	53
Slika 36: Ob visokih poplavah zalije voda tudi višje kotanje v osrednjem delu doline Raka.	54
Slika 37: Ob nizkem vodostaju Rak presahne in razkrije bregove recentne naplavne ravnice.	54
Slika 38: Ob visokih poplavah je krožna pot v dolini Raka neprevozna.	55
Slika 39: Med visokimi poplavami pogosto nastane gmotna škoda na krožni pot.	55
Slika 40: Osrednji del doline Raka se ob visokih poplavah v celoti ojezeri.	56
Slika 41: Osrednji del doline Raka ob nizkem vodostaju.	56
Slika 42: Ponorni del doline Raka ob visokih poplavah.	58
Slika 43: Ponorni del doline Raka ob nizkem vodostaju.	58
Slika 44: Območje Farovke ob visokih poplavah.	59
Slika 45: Območje Farovke ob nizkem vodostaju.	59
Slika 46: Tok Raka pod Malim naravnim mostom ob visokih poplavah.	60



Slika 47: Ob nizkem vodostaju Rak pod Malim naravnim mostom presahne.	61
Slika 48: Veliki naravni most.	63
Slika 49: Mali naravni most.	64

Seznam knjig iz zbirke Georitem

- 1 Aleš Smrekar: Divja odlagališča odpadkov na območju Ljubljane
- 2 Drago Kladnik: Pogledi na podomačevanje tujih zemljepisnih imen
- 3 Drago Perko: Morfometrija površja Slovenije
- 4 Aleš Smrekar, Drago Kladnik: Zasebni vodnjaki in vrtine na območju Ljubljane
- 5 David Bole, Franci Petek, Marjan Ravbar, Peter Repolusk, Maja Topole:
Spremembe pozidanih zemljišč v slovenskih podeželskih naseljih
- 6 Marjan Ravbar, David Bole: Geografski vidiki ustvarjalnosti
- 7 Aleš Smrekar, Drago Kladnik: Gnojišča na Ljubljanskem polju
- 8 Matija Zorn, Blaž Komac: Zemeljski plazovi v Sloveniji
- 9 Marjan Ravbar: Razvojni dejavniki v Sloveniji – ustvarjalnost in naložbe
- 10 Janez Nared, Damjan Kavaš: Spremljanje in vrednotenje regionalne
politike v Sloveniji
- 11 Matej Gabrovec, David Bole: Dnevna mobilnost v Sloveniji
- 12 Nika Razpotnik, Mimi Urbanc, Janez Nared: Prostorska
in razvojna vprašanja Alp
- 13 Lučka Ažman Momirski, Drago Kladnik: Preobrazba podeželske kulturne
pokrajine v Sloveniji
- 14 Jani Kozina: Prometna dostopnost v Sloveniji
- 15 Mimi Urbanc: Pokrajinske predstave o slovenski Istri
- 16 Aleš Smrekar, Bojan Erhartič, Mateja Šmid Hribar: Krajinski park Tivoli,
Rožnik in Šišenski hrib
- 17 Mateja Ferk, Uroš Stepišnik: Geomorfološke značilnosti Rakovega Škocjana



<http://zalozba.zrc-sazu.si>

ISSN 1855-1963



9 789612 543242

15,00 €