

PRISPEVEK K POZNAVANJU RAZVOJA KRASA V RIBNIŠKI MALI GORI

(Z 9 SLIKAMI, 13 RISBAMI IN 18 TABELAMI)

THE KARST DEVELOPMENT IN 'RIBNIŠKA MALA GORA' (SLOVENIA, YUGOSLAVIA)

(WITH 9 FIGURES, 13 DRAWINGS AND 18 TABLES)

ANDREJ KRANJC

SPREJETO NA SEJI
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE
SLOVENSKE AKADEMJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI
DNE 29. MAJA 1980

VSEBINA

Izvleček–Abstract	30
Predgovor	31
1. UVOD	32
2. GEOLOŠKE OSNOVE	32
2.1. Stratigrafija	34
2.2. Karbonatne kamnine v Mali gori	36
2.3. Starost kamnin in gostota votlin	39
2.4. Tektonika	42
2.5. Struktura karbonatnih kamnin in votline	43
2.6. Paleogeografski razvoj	45
3. HIDROGRAFSKE OSNOVE	46
3.1. Označba in hidrografska razdelitev ozemlja	46
3.2. Klasifikacija vodnih tokov	47
3.3. Površinska rečna mreža	47
3.4. Ponikalnice	48
3.5. Poplave	49
3.6. Ponorne votline	51
3.7. Izvirne votline in kraški izviri	54
3.8. Spremembe v sedimentih med ponorom in izvirom	58
3.9. Hidrokemične lastnosti voda	59
3.10. Podzemeljske vodne zveze	61
4. POVRŠINSKE IN PODZEMELJSKE KRAŠKE OBLIKE	63
4.1. Makro-površinske oblike	63
4.1.1. Vrhovi	63
4.1.2. Pobočja	64
4.1.3. Aplanacijske površine	64
4.1.4. Doline	64
4.2. Mezo površinske oblike	67
4.2.1. Vrtače	67
4.2.2. Suhe doline	68
4.2.3. Zatrepi in slepe doline	70
4.3. Kraške votline	70
4.3.1. Pregled votlin	70
4.3.2. Višinska razporeditev jamskih rogov	72
4.3.3. Strmci jamskih rogov	73
4.3.4. Oblikovanost jamskih rogov (spelcomorfologija)	74
4.3.5. Sedimenti v suhih jamah	76
4.3.6. Poizkus kronologije podzemeljskega zakrasevanja	77
5. ZAKLJUČEK	78
THE KARST DEVELOPMENT IN 'RIBNIŠKA MALA GORA' (SLOVENIA, YUGOSLAVIA) (Summary)	81
Viri in literatura	83

Izvleček

UDK 551.44 (497.12-13)

Kranjc, Andrej: Razvoj krasa v Ribniški Mali gori. Acta carsologica 9, 00-000, Ljubljana 1980, Lit. 82

Avtor analizira dejavnike, ki so vplivali na razvoj krasa, predvsem v podzemlju, v Ribniški Mali gori. S temi dejavniki primerja predvsem podzemeljske kraške oblike in ugotavlja faze v razvoju kraških votlin oziroma smer in način nekdanjega odтока voda z ozemlja Ribniške Male gore.

Abstract

UDC 551.44 (497.12-13)

Kranjc, Andrej: The Karst Development in 'Ribniška Mala gora' (Slovenia, Yugoslavia). Acta carsologica 9, 00-000, Ljubljana 1980, Lit. 82.

The author analyses the factors which influenced to karst development, mostly in underground of Ribniška Mala gora (SE Slovenia). By these factors the underground karst features are compared: they have been specially analysed and on this base the phases of karst cavities development respectively the direction and the way of former water runoff from the treated region are stated.

Naslov - Address:

mag. Andrej Kranjc

Inštitut za raziskovanje krasa SAZU

Titov trg 2

66230 Postojna, Jugoslavija

PREDGOVOR

Za to nalogo sem se odločil predvsem iz dveh razlogov: za ozemlje Male gore zato, ker sem ob terenskem delu za »Osnovno speleološko karto Slovenije« v okviru Inštituta za raziskovanje krasa SAZU v Postojni dobro spoznal tako površje kot podzemlje tega dela Dolenjske. Vzporedno z merjenjem jam sem dobil številne podatke, ki so bili dovolj zanimivi, čeprav še ne ovrednoteni in ki so kazali, da bi lahko dali določene zanimive zaključke o razvoju podzemlja. Med delom se je kasneje izkazalo, da je prenos marsikaterega izmed teh podatkov na celotno ozemlje težaven.

Vendar še vedno velja Melikova (1955, 120, 128) trditev, »da se je v notranjosti kraških jam konzervirala dokumentacija geomorfološkega razvoja kraške pokrajine, in da si zato moremo za bodoča raziskovanja največ obetati od drobnih preučitev kraških votlin, podzemeljskih jam v ustrezajočih legah v bližini velikih ponikalnic, na robih kraških polj ...«.

Kot je razvidno iz naloge, njenih rezultatov in zaključkov, sem ravno na podlagi raziskav kraških votlin prišel do določenih novih spoznanj.

Pri sami interpretaciji podatkov je bila speleogeneza glavno vprašanje. S poznavanjem nastanka jame poznamo tudi procese, ki so jamo izdelali, iz poznavanja teh procesov je mogoče rekonstruirati okolje in dogajanja, ki so se odvijala v času nastajanja jame in končno tudi starost same jame. Zato je bil cilj večjega dela raziskav ugotoviti nastanek jame.

Speleogenetskih teorij je veliko, sam sem se skušal držati »poligenetske teorije«, ki temelji na simultani analizi vseh faktorjev, ki lahko vplivajo na genezo jamskega skeleta (Renault 1970, 123).

Večina ostalih speleogenetskih teorij izhaja iz koncepta preproste speleogeneze, upoštevajoč le majhno število dejavnikov, ki pa so domnevno determinantni. Nekatere teorije upoštevajo le en sam mehanizem: korozijo, prisotnost pirta v apnencih, korozijo mešanice, ipd. Drugi krasoslovci so na podlagi morfoloških opazovanj sestavili bolj podrobno izdelane speleogenetske sheme, predstavljene v ciklični obliki. Poimenovanje posameznih razvojnih faz (mlada, zrela, stara) je antropocentrično in predstavlja nehoteno asimilacijo kraške votline z živim organizmom, z vsemi napakami, ki so vključene v tem postulat.

Bistvo poligenetske teorije, ki med drugim deli rove na singenetske in paragenetske, je ravno v upoštevanju sočasnosti različnih procesov in torej tudi oblik. Tako s stališča te teorije ni nujno, da bi jame, ki so bile zapolnjene s sedimentom, npr. v würmu, bile izdelane že pred würmom, ampak je bilo lahko izvotljevanje in zapolnjevanje istočasno.

Čeprav je naloga glede predmeta obravnave precej ozko omejena, torej specializirana in glede na prostor lokalna, sem se vseeno odločil za tako obliko »lokalne analize«, katere rezultat je lokalna monografija. Lokalna monografija je v vsakem primeru koristna, ne glede na to, kako je lokalno specializirana, ali je celovita študija neke pokrajine ali pa le raziskava enega samega sistema poljske razdelitve oziroma raziskave enega samega geomorfološkega aspekta (Dollfus 1971, 43).

Prof. dr. Ivanu Gamisu se za pomoč, napotke in nasvete najlepše zahvaljujem, saj je imel z mentorstvom obilo neprijetnega posla. Asistenta Janja Hladnik in F. Šušteršič sta mi teoretično, predvsem pa praktično, pomagala pri dolgotrajnih kemičnih analizah in računanju koeficientov korelacije, za kar se jima zahvaljujem, višjemu tehničnemu sodelavcu Vladoši Elesini in višjemu knjižničarju Maji Kranjc za imenitno

izdelavo prilog in zbiranje marsikdaj težko dostopne literature. Klasifikacije karbonatnih kamnin in drugih analiz sedimentov ne bi opravil brez dragocene pomoči dr. Vere Gregorič in D. Skaberneta z oddelka za geologijo FNT v Ljubljani. Analize sem opravljal tudi v laboratoriju PZE za geografijo na FF v Ljubljani, na Inštitutu za paleontologijo SAZU pa so mi izdelali zbruske, za kar se vsem skupaj na tem mestu zahvaljujem. Na koncu naj še posebej omenim sodelavca I. Kendó in A. Vadnjalá, ki sta me spremljala po podzemlju Male gore, marsikdaj nevarnem in neprijetnem, saj bi brez njune pomoči ostal praznih rok.

1. UVOD

Ribniška Mala gora leži v južni Sloveniji, na Dolenjskem, v slovenskem dinarskem svetu. Čeprav je Mala gora na znotraj zelo enotna regija, je njen položaj izrazito prehodni. Od sosedstva je povsod dobro ločena z dolinami in depresijami. Njene zahodne sosedice so visoke kraške planote Ribniška Velika gora, Bloke in Krimska planota, proti vzhodu pa se nadaljuje nižja in obsežnejša kraška planota Suha krajina (risba 1).

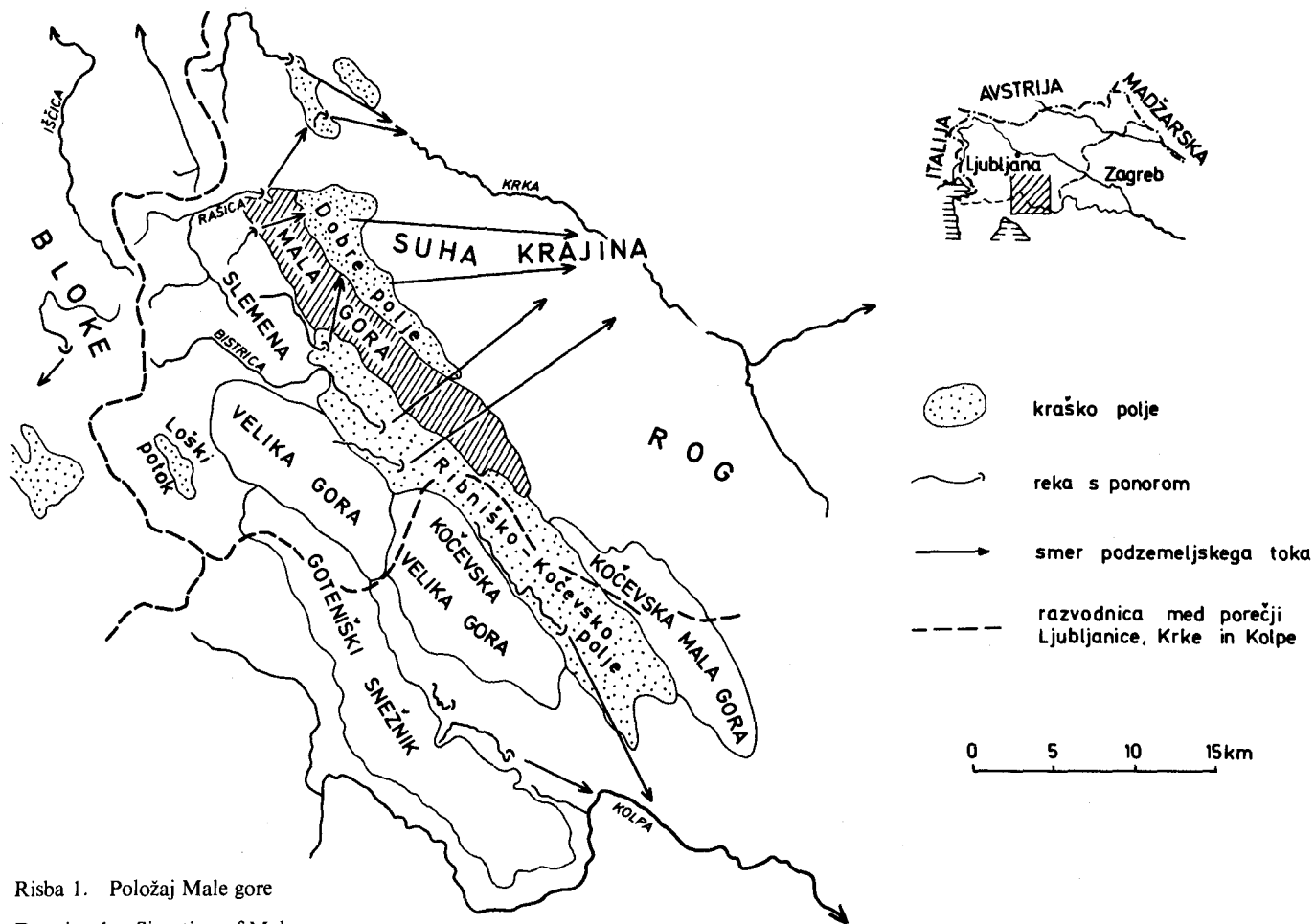
Ribniška Mala gora je izrazit podolgovat hrib, lahko bi mu rekli kar sleme, ki se vleče v dinarski smeri (NW–SE) 24 km daleč in je v poprečju 3–4 km široko. Zavzema okoli 115 km² površine. Je slemenasto hribovje, ki predstavlja prehod med nizkim planotastim dolenjskim na eni strani ter visokim notranjskim krasom na drugi strani, tako po višinah kot tudi po oblikovanosti površja.

V večjem delu je Mala gora relativno visoka 300–500 m. Z ribniške strani je obod Ribniške doline, ki ga sestavljata Ribniška Velika in Mala gora, tako markanten, tako popolnoma obvladuje obzorje s svojo enotnostjo, da ga je Ribničan imenoval samo z občim nazivom – Velika in Mala gora (Melik 1959, 436).

Kljub temu, da je njen značaj prehodni, je Mala gora od okolice povsod dobro in jasno ločena, ponekod je meja še posebej izrazita. Na severu je od Turjaško-grosupeljskega hribovja ločena z izrazito vrezano in ponekod precej široko dolino Rašice ter severnim delom Dobrepolja (Predstruge). Ime Dobrepolje uporabljam v nadaljnjem besedilu v obliki Dobrépolje (Dobrépolje, ž. mn. kr. i., dobrépoljski, -a, -o), kot nakazuje slovenski pravopis (Slovenski pravopis 1962, 197) in kot je uporabljano tudi v Krajevnem leksikonu Slovenije (Savnik 1971, 115, 159), čeprav se v literaturi uporablja tudi pogovorna oblika Dobro polje, Dobrega polja (Šifrer 1967, 273). Na zahodu Malo goro omejuje Laška pokrajina (Petrič 1976, 8) (Velikolaški škrljevi predel oziroma Slemenca z vmesnim laškim poljem) in globoko vrezana dolina Tržišnice, dalje pa Ribniško polje. Proti vzhodu jo od suhokrajinske planote loči Dobrepolje, proti kateremu je meja še posebno jasna, saj poteka vzdolž tektonske prelomnice (sl. 1) in se neposredno s polja dviga strma reber Male gore 400–500 m visoko brez pregiba (Melik 1959, 422). Še najslabše je Mala gora ločena od sosednjih ozemelj proti jugovzhodu, kjer se podobno hribovje nadaljuje v Kočevski Mali gori. Vendar sta obe gori ločeni z dolinskim pretržjem pri bivši vasi Mala gora v višini 480 m n.m. Od Roškega višavja v okolici Poloma ločuje Malo goro suha dolina, v kateri sta bili nekoč vasi Kukovo in Vrbovec. Ta dolina se vleče proti jugovzhodu kot nadaljevanje Dobrepolja oziroma Strug.

2. GEOLOŠKE OSNOVE

Po svoji legi glede na Slovenijo, je Ribniška Mala gora globoko v dinarskem svetu, v geološkem pogledu pa bolj na obrobju Zunanjih Dinaridov. Petrografske in tektonske značilnosti ustrezajo njeni legi in položaju: po Meliku (1959, 436) je Mala gora izrazit gorski čok iz mezozojskih karbonatnih kamnin, potekajoč v dinarski smeri, omejen s podolžnimi depresijami in tektonskimi linijami.



Risba 1. Položaj Male gore

Drawing 1. Situation of Mala gora



Sl. 1. Tektonsko pobočje nad Dobrepoljem

Fig. 1. Tectonic slope above Dobrepolje

2.1. STRATIGRAFIJA

Ribniško Malo goro sestavljajo takorekoč v celoti mezozojske kamnine. Starejše od mezozojskih so razgaljene le v vznožju, v dolini Tržiščice. Tržiščica ni izdolbla svoje doline prav po geološki meji, ampak so spodnji deli njenega levega brega – to je že vznožje Male gore – vrezani deloma še v neprepustne permske kamnine (kremenov konglomerat in peščenjak trogkofelske stopnje), ki grade velik del Želimljsko-ortneške grude zahodno od Male gore.

Izmed mezozojskih so zastopane kamnine vseh treh sistemov. Najmanj je triadnih kamnin. Te so razvite pretežno kot dolomiti. Kamnine skitijske in ladinijske stopnje so na površju le v ozkih pasovih vzdolž vznožja Male gore, na stiku s Slemenj (Želimljsko-ortneška gruda), podobno kot permske. V malo večjem obsegu je površje iz zgornjetriadnega dolomita (norijsko-retijski), in sicer obsežna uravnava okoli Velikih Poljan ter vznožje in spodnji deli pobočij na drugi strani Male gore, med Podgoro in Kompoljem.

Ostale dele Male gore sestavljajo le jurski in kredni apnenci ter v majhni meri dolomiti. Na splošno pada starost kamnin od severozahoda – pretežno jurske kamnine, proti jugovzhodu – kredne kamnine.

Plasti karbonatnih kamnin v Mali gori so nagnjene precej enakomerno, s prevladujočim naklonom 20°. Razlike s tem poprečkom so redke in majhne. V grobem prevladujejo tri smeri vpada plasti: proti jugo-jugovzhodu, jugo-jugozahodu, zahod-jugozahodu oziroma zahodu.

Za preučevanje podzemeljskega zakrasevanja je potrebno poznati tudi geologijo širše okolice Male gore, saj od tam dobiva velik del svojih voda, z njimi pa sedimente, ki se odlagajo na površju in pod zemljo.

Zahodno oziroma jugozahodno obrobje Male gore predstavlja Želimeljsko-ortneška gruda (Slemenca in Laška pokrajina) s prevlado permskih in triadnih neprepustnih kamnin ter dolomitov. Ker je predvsem ta del, Slemenca in Lašče, eno glavnih zbirnih območij za vode, ki se pretakajo skozi Malo goro proti Dobropolju in Krki, in področje, odkoder izvira večina fluvialnih sedimentov obravnavanega ozemlja, je naravno, da si podrobneje ogledamo tudi to okolico, predvsem s petrografskega vidika. Kamnine Želimeljsko-ortneške grude so še toliko pomembnejše, ker so v veliki meri iz kremenca, snovi, ki ni podvržena koroziji in je tudi proti eroziji zelo odporna. Obenem so geologi to ozemlje v novejšem času intenzivno raziskovali (R a m o v š & K o c h a n s k y – D e v i d é 1965).

Na omenjenem ozemlju nastopajo sledeče paleozojske kamnine: kremenovi konglomerati (prevladujejo prodniki lešnikove do orehove velikosti, vmes so tudi v velikosti kurjega jajca in še večji), kremenovi peščenjaki s precej sljude in vmesnimi lečami hematita in limonita ter glineni škrlavci v menjavi s kremenovimi peščenjaki in vmesnimi lečami različnih apnencev, apnenčeve breče in brečastega konglomerata (R a m o v š & K o c h a n s k y – D e v i d é 1965, 373–357).

Pomembni so predvsem kremenovi konglomerati in peščenjaki s sljudo. Te plasti so osnova, ki daje gradivo za velike nanose aluvija v vodnih jamah v vzhodju Male gore (kremenovi prodniki v Podpeški in Dolenji jami, pesek s sljudo v Tenteri). Kremenovi prodniki in pesek so obenem gradivo, ki je omogočilo močno erozijo v obravnavanih jamah.

Petrografska sestava permskega konglomerata iz okolice Ortneka je sledeča: 31–45 % prodnikov je iz kremenca, 15–44 % pa iz kvarcita. V peščenjaku je 48–58 % zrn iz kremenca, 4–13 % pa iz kvarcita (B u s e r 1974, 18).

Ostali del Želimeljsko-ortneške grude ter robne dele Velike gore in Blok – povirje Sodraške Bistrice in Rašice, dveh največjih tokov obravnavanega ozemlja – grade v celoti triadne kamnine, v glavnem dolomiti z vložki škrlavcev, peščenjakov, laporjev, konglomerata, apnencev in boksita. Med posameznimi stratigrafskimi členi so številne erozijske diskordance (B u s e r 1974, 15).

Boksit sam po sebi nima večjega pomena za razvoj zakrasevanja niti ne za oblikovanje podzemlja, pač pa je pomemben faktor pri ugotavljanju paleotransporta. Boksit nastopa v rabeljskih plasteh (R a k o v e c 1955, 24) v dveh oblikah: prvi je rdečerrjave barve in je »železnat boksit z veliko kremenice«, drugi pa je svetlejšje barve, čistejši boksit. Rakovec imenuje ta boksit železov oolit, v katerem so zrna zlepljena z boksitnim vezivom ter je bogat s kremenico. Že sam pa pripominja, da je v tem oolitu več glinice kakor železa (R a k o v e c 1955, 24).

Ostala sosednja ozemlja se po kamninski sestavi ne ločijo bistveno od Male gore, saj so v celoti iz karbonatnih kamnin. V dnu Ribniškega polja in Dobropolja nastopa deloma triadni dolomit, večji del pa je iz krednih apnencev, kakor tudi bližnji deli Suhe krajine in Roga. Proti severozahodu oziroma severu, kjer je v nadaljevanju Male gore onstran doline Rašice Turjaško gričevje, se nadaljujejo jurske kamnine s severozahodnega dela Male gore.

Čeprav ne leže na obravnavanem ozemlju, so za razumevanje razvoja krasa upoštevanja vredne krpe terciarnih kamnin (rdečkastorjav lapornat apnenec in lapornat peščenjak – facies scaglie, apnenčeva breča in fliš z alveolino in numuliti) na sosednjem Roškem višavju (Grintovec – Stari breg, Mali Rigelj, Rdeči kamen in Kunč) in v Suhi krajini (okolica Hinj) (G e r m o v š e k 1953; Š r i b a r 1967). Ravno ti, razmeroma skromni ostanki ver-

jetno obsežnejšega paleocenskega in eocenskega pokrova, govorijo proti starejšim trditvam, da je bila v najstarejšem terciaru vzhodna in osrednja Slovenija kopno (Pleničar & Nosan 1958, 103) in potrjujejo Radinjeva predvidevanja. Radinja (1972, 205) namreč domneva, da je v Sloveniji (izvzeta je alpska regija) odeja iz terciarnih kamnin sklenjeno prekrila mezozojske kamnine, a je bilo ozemlje kasneje dvignjeno in ta odeja pretežno erodirana. To naj bi veljalo tudi za Dolenjsko.

Od mlajših terciarnih kamnin so na geološki karti označene le pliocenske. Predstavljata jih rdeča in rjava glina. Zaenkrat pliocenske gline ni mogoče ločiti od pleistocenske. Večji del površja na pliocenskih in pleistocenskih glinah je v skrajnem severovzhodnem delu Dobrepolja, vzhodno od Zdenske vasi. Šifrer (1976, 277, 284) pripisuje fluvialni sediment – ostanek nekdanjega zasipa – nad vasjo Rapljevo še pliocenski dobi. Ta sediment je v zelo majhnem obsegu in nima bistvenega vpliva na današnji razvoj površja.

Kvartarne kamnine nastopajo na obravnavanem ozemlju v večjih količinah le na robnih delih: aluvialni nasip na Ribniškem polju in Dobrepolju. Pleistocenske kamnine so na površju v zelo omejenem obsegu – dolina Rašice in deli Dobrepolja (Šifrer 1967), ali pa jih prekrivajo mlajši aluvialni nanosi – Ribniško polje in Dobrepolje (Melik 1955). Rdeča ilovica prekriva obsežne dele geološke podlage, vendar so mnenja o njeni starosti deljena, saj naj bi bila pleistocenska (Turnšek 1967, 228) ali pliocenska (Buser 1974, 14).

2.2. KARBONATNE KAMNINE V MALI GORI

Za zakrasevanje so najpomembnejše določene litološke (mineralna sestava, tekstura in struktura) in fizikalno-kemične (kemične, mehanične in poroznost) lastnosti kamnine. V zakrasevanje je všteto tudi podzemeljsko izvotljevanje kamnine. Rezultat tega procesa so kraške votline – jame in brezna. Zato navajam nekaj podatkov, ki naj osvetle lastnosti karbonatnih kamnin v Mali gori.

Topili smo 15 vzorcev karbonatnih kamnin. Izbrani so tako, da je čim popolneje zastopana stratigrafska lestvica (zgornji trias, spodnja, srednja in zgornja jura, spodnja in zgornja kreda), obenem pa so vzeti iz samih kraških votlin, tako da so zastopane tudi najpomembnejše jame (tabela 1).

Zaradi relativno majhnega števila vzorcev rezultatov ne smemo posploševati. Največja količina netopnega ostanka je 7,43 %, najmanjša pa 0,01 %. Kaže, da ima triadni dolomit z obravnavanega ozemlja večjo količino netopnega ostanka kot pa apnenec. Glede na to, da so na slovenskem krasu apnenci precej čisti (imajo 1–2 %, največje pod 1 % netopnega ostanka, Gams 1974, 73), lahko rečem, da je apnenec v Mali gori razmeroma nečist. Delež vzorcev apnenca z več kot 2 % netopnega ostanka je 38,5 %. V primerjavi z dinarskim krasom kot celoto pa so apnenci v Mali gori zelo čisti. Apnenci na dinarskem krasu imajo sledeče deleže CaCO_3 : spodnji trias 80–95 %, srednji trias 98–99 %, spodnja jura 92–97 %, srednja jura prek 97 %, spodnja kreda 95–98 %, zgornja kreda 98–100 % (Herak 1972, 28).

Večje jame v Mali gori so tako v apnencu z malo netopnega ostanka (Tentera – 0,01 %, Podpeška jama – 0,022 %), pa tudi v apnencu z veliko ostanka (Griška jama – 1,14 %, Dolenja jama – 2,46 %).

Topnost karbonatnih kamnin in s tem zakrasevanje je odvisna tudi od teksture kamnine. Večji kalcitni kristali (kalcitne žilice), ostanki živalskih skeletov, lupin, ogradij, so v naših razmerah navadno težje topljivi kot pa kalcitna masa, v katero so vloženi, oziroma kalcitno vezivo. To trditev potrjujejo tudi opazovanja v Mali gori (v Vančevi jami in Kevercu pri Vančevi jami so ostanki fosilov do 0,5 cm v reliefu) kot tudi drugod po Sloveniji (Putickova pasaža v Logarčku pri Planini, Gams 1963 a, 48; Pavlovac 1961).

Tabela 1. Netopni ostanek (v %) vzorcev karbonatnih kamnin iz Ribniške Male gore

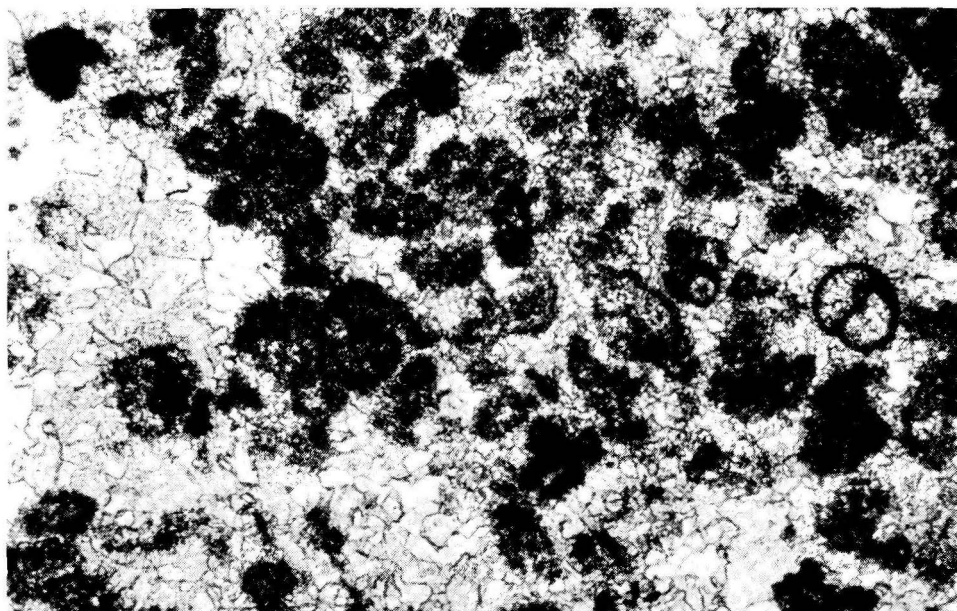
Statigrafska enota	Tip kamnine	Nahajališče	% netopnega ostanka
T ₃ ²⁺³	pasast in zrnat dolomit	Žovkno	2,47
T ₃ ²⁺³	pasast in zrnat dolomit	Pri koritu	2,90
J ₁	siv gost apnenec	Finkova jama 2	2,08
J _{1,2}	siv gost ooliten apnenec	Tentera	0,01
J _{1,2}	siv gost ooliten apnenec	Tentera	0,01
J _{1,2}	siv gost ooliten apnenec	Marketova jama	7,43
J _{1,2}	siv gost ooliten apnenec	Skednevnica	0,01
J _{1,2}	siv gost ooliten apnenec	Dolenja jama	2,46
J _{1,2}	siv gost ooliten apnenec	Ponikalnica Rašice	0,03
J _{1,2}	siv gost ooliten apnenec	Bukovščica	3,21
J ₃ ^{1,2}	siv gost ooliten apnenec	Podtaborska jama	0,47
K ₁	bel apnenec	Griška jama (notranjost)	1,14
K ₁	bel apnenec	Griška jama (vhod)	2,23
K _{1,2}	siv gost apnenec	Vančeva jama	0,03
K _{1,2}	siv gost apnenec	Podpeška jama	0,02
Poprečno			1,64

Topnost apnenca je odvisna tudi od poroznosti, ki pa je spet odvisna od teksture. Na tej osnovi nekateri avtorji zaključujejo, da so biomikriti in biospariti lažje topni (so bolj porozni) kot pa sam mikrit oziroma sparit (Sweeting 1972, 18). Sweetingova (ibid., 19–20) navaja za Yorkshire (Anglija) 75 % sparitnih apnencev in 25 % biomikritov, za pokrajino Burren (grofija Clare na Irskem) 95 % sparitnih apnencev (ta pokrajina je ena izmed najbolj zakraselih v okviru Združenega kraljestva, Trautman s.a.), za Jugoslavijo (na podlagi vzorcev kamnin, nabranih na ekskurziji prek dinarskega krasa) pa kar 80 % biomikritov.

Iz Ribniške Male gore sem po Folkovi (1959) in Dunhamovi (1961) klasifikaciji določil 14 vzorcev apnenca različne starosti, od zgornjega triasa do spodnje krede (tab. 2). Med temi je 93 % alokemov in 7 % ortokemov. Med alokemičnimi apnenci jih vsebuje 46 % fosile, 46 % oolite in 8 % intraklaste. Vezivo (cement) je pri 57 % vzorcev sparitni kalcit, pri 43 % vzorcev pa sestavlja osnovo (matriks) mikrokristalni kalcit.

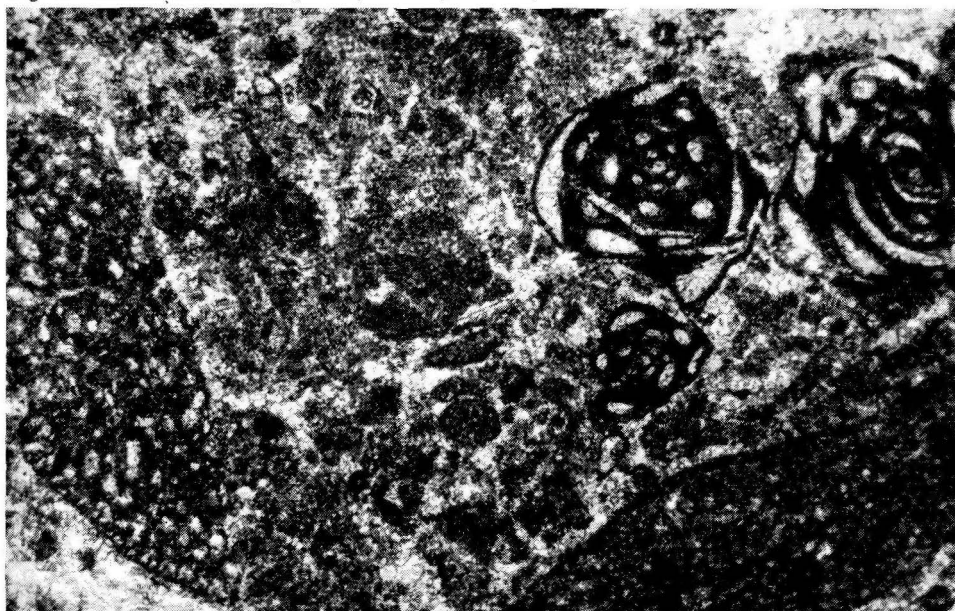
Vzorci iz večjih jam so vsi alokemični apnenci in vsebuje fosile (57 %) in oolite (43 %) (slika 3–5).

Glede na velikost zbruska, s pomočjo katerega se klasificira apnenec, nam da en sam zbrusek le podatek o mikrofaciji. Ker Mala gora razmeroma obsežno ozemlje in število vzorcev majhno, nam dajo ti podatki le neko zelo površno sliko o tipih apnenca, ki nastopajo na tem ozemlju. Lahko pa rečem, da ne odgovarjajo zgoraj navedenim predpostavkam v literaturi.



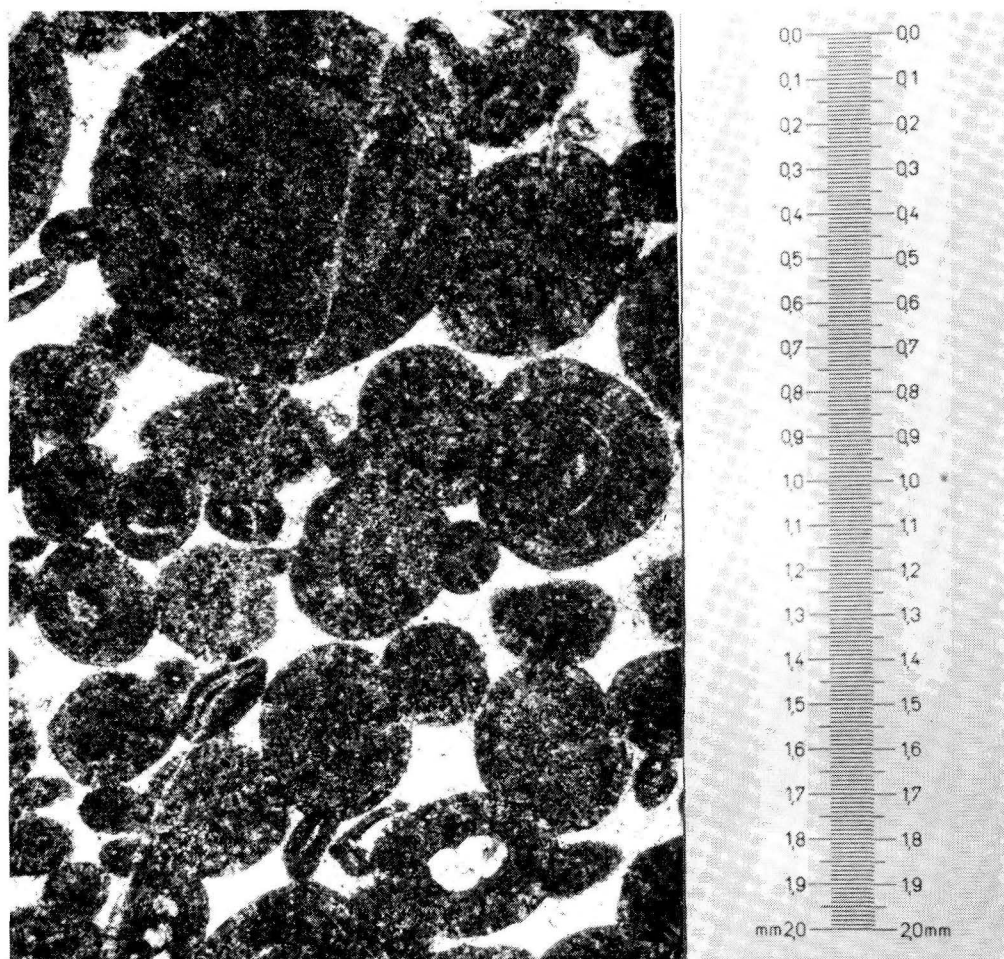
Sl. 3. Biomikrit z dolosparitom (Vratnica). Foto C. Gantar

Fig. 3. Biomicrite with dolosparite (Vratnica) Photo by C. Gantar



Sl. 4. Biomikrit (Vančeva jama). Foto C. Gantar

Fig. 4. Biomicrite (Vančeva jama). Photo by C. Gantar



Sl. 5. Oosparit (Podpeška jama). Foto C. Gantar

Fig. 5. Oosparite (Podpeška jama). Photo by C. Gantar

2.3. STAROST KAMNIN IN GOSTOTA VOTLIN

V okviru obravnavanega ozemlja zavzemajo apnenci 108 km² (94 %) in dolomiti 7 km² (6 %) površja, številčne odnose med površjem na kamninah posamezne stratigrafske stopnje in votlinami prikazuje tabela 3.

Niti iz same razporeditve votlin niti iz njihove gostote (število votlin/km² oziroma število m jamskih rovov/km² zakraselega ozemlja) ni razvidna neposredna odvisnost med kamninami različnih stratigrafskih stopenj in kraškimi votlinami. Tako je npr. število votlin/km² triadnih kamnin (po geološki karti so dolomiti) manjše od poprečnega števila

votlin/km² apnencev v celoti, pač pa je na krednih apnencih (K_{1,2}) ta gostota manjša, obratno od pričakovanja. Tabela 3 nam sicer ilustrira in številčno predstavi odnose med kamninami in votlinami v Mali gori, vendar pa na podlagi teh podatkov ne moremo delati zaključkov o stopnji zakrasedlosti oziroma o večji ali manjši primernosti kamnin posamezne stratigrafske stopnje za zakrasedanje.

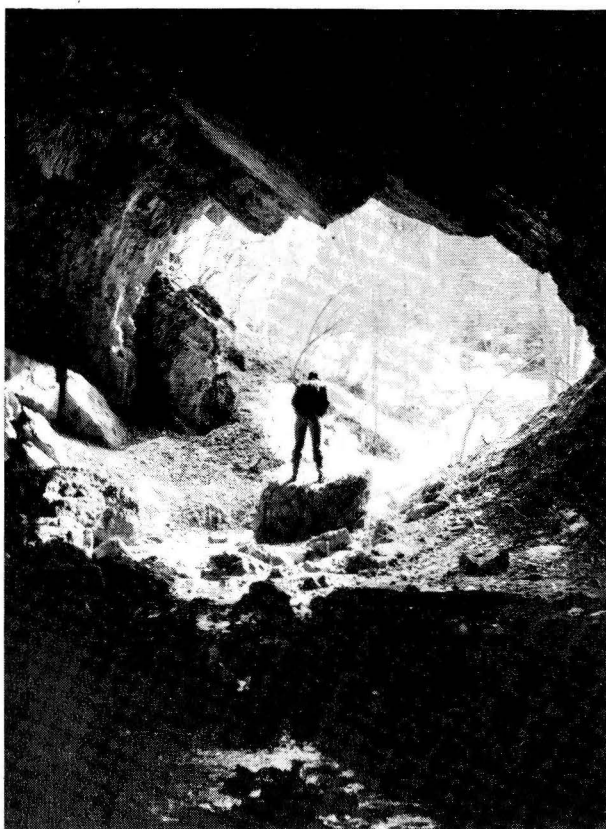
Tabela 2. *Tipi apnencev v Ribniški Mali gori (po F o l k u)*

Stratigrafska enota	Tip apnenca	Nahajališče
T ₃ ²⁺³	biomikrit	Vratnica
J ₁	dismikrit	izviri Krke
J _{1,2}	oosparit (dolomitiziran)	Ponikalnica Rašice
J _{1,2}	oosparit	Dolenja jama
J _{1,2}	biomikrit	Tentera
J _{1,2}	biopelmikrit	Lučki Dol
J _{1,2}	oosparit	Čušperk
J ₃ ^{1,2}	oosparit	Hočevje
J ₃ ^{2,3}	biointrasparit	Hočevje
K ₁	biomikrit	Griška jama
K ₁	oosparit	Zdenska vas
K _{1,2}	biomikrit	Vančeva jama
K _{1,2}	oosparit	Podpeška jama
K _{1,2}	intrasparit	Dobrepolje

Tabela 3. *Odnos med kamninami in kraškimi votlinami*

Kamnina	Km ²	Število votlin	Število votlin/km ²	m rovov	m rovov/km ²
K _{1,2}	45,60	23	0,50	1.529	33,53
K ₁	12,16	11	0,90	885	72,80
J ₃ ^{2,3}	17,27	19	1,10	649	37,58
J ₃ ^{1,2}	6,99	9	1,29	430	61,50
J _{1,2}	21,80	32	1,47	1.427	67,52
J ₁	4,36	7	1,61	688	157,80
T ₃ ²⁺³	7,14	5	0,70	780	109,24
Skupaj	115,32	106	0,92	6.433	55,78

Eden izmed vzrokov je tudi ta, da so triadne kamnine, ki so na geološki karti označene kot dolomit, v posameznih primerih lahko kaj različne. Tako sta jami Žovkno (7 m) in Ciganska kajžica (5 m) v pravem dolomitu. Jama Vratnica (500 m) (sl. 2), ki leži po geološki karti pravtako v dolomitu, pa je glede na klasifikacijo po F o l k u v biomikritu, in sicer



Sl. 2. Vratnica –
v dolomitu oblikovan vhodni rov

Fig. 2. Vratnica –
entrance channel cut in dolomite

v apnencu, katerega izsušitvene pore so zapolnjene z dolomitom (dolosparitom) in v katerem je opazen proces dolomitizacije okolnega kalcita. Z metodo karbonat-bombe (Müller & Gastner 1971) je ta kamnina dolomitski apnenec s 70 % CaCO_3 .

Po drugi strani pa je vzrok za navidezno večjo zakraselost dolomita kot apnenca lahko tudi v strukturi kamnine. To dokazujejo poizkusi Fortija, Stefanini in Ulcigraia (1974, 20), na podlagi katerih je bilo ugotovljeno, da so na Krasu apnenci z visokim deležem sekundarnega sparitnega kalcita manj topni od dolomitov.

Pri pregledu razporeditve votlin v Mali gori se mi zdi še najbolj neposredno na kamninsko osnovo navezana vrzel – okoli 2 km širok pas ozemlja brez votlin, ki poteka prečno prek Male gore v smeri vzhod – zahod, med vasema Podgora in Velike Poljane. V tem pasu je dolomitna podlaga najbližje površju (v nadm. viš. 700–750 m). Ker je dolomitna podlaga najvišja, je pokrov iz apnenca tod najtanjši. Ta dolomitni prag verjetno predstavlja pregrado za podzemeljske tokove, ki so usmerjeni prečno skozi Malo goro. Zato jo prečkajo bolj severozahodno ali pa bolj jugovzhodno od tega praga. In na obeh straneh dolomitnega praga je opazna izrazita koncentracija votlin tako na ribniško-ortneški kot tudi na dobrepoljski strani.

2.4. TEKTONIKA

Ribniška Mala gora je po Meliku (1959, 423) tektonski gorski čok oziroma tektonska gruda, ki sodi k dolenskem krasu oziroma dinarskemu gorstvu. Za dolenski kras so značilne visoke planotaste grude, prekinjene po udorinah, kjer so danes kraška polja. Apnenci in dolomiti niso toliko nagubani kot so mnogo bolj prepokani, prelomljeni, predvsem pa ob prelomih v precej širokih conah zdrobljeni (Rakovc 1956, 80). Prelomi tvorijo pravo mrežo: eni so diagonalno (dinarsko) usmerjeni, med temi sta tudi ortneški in dobrepoljski, ki omejujeta Malo goro z jugozahoda oziroma severovzhoda, drugi pa vzporedniško (alpsko) usmerjeni, od katerih je pomembnejši prelom, ki poteka ob spodnji Rašici prek vasi Cesta (Šlebing 1953, 292). Horizontalni tektonski premiki so na obravnavanem ozemlju redki, omembe vreden je le na jugozahodnem vznožju Male gore, usmerjen proti SW, a tudi tega so zabrisali kasnejši prelomi (Šlebing 1953, 292).

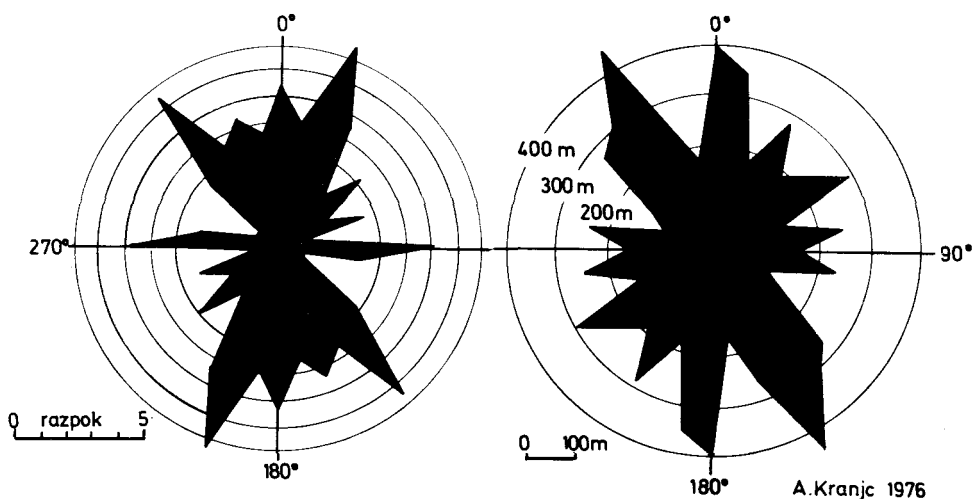
Novejše geološke raziskave so prav na tem področju pokazale številne novosti in spremembe. Buser (1974, 14–15, 40–41) podaja glavne karakteristike dolensko-notranjskih mezozojskih grud: to so tektonski elementi, pri katerih potekajo v dinarski smeri mezozojski skladi, ki jih sekajo številni, dolgi, v dinarski smeri potekajoči prelomi, ob katerih je bilo največkrat dvignjeno na jugozahodni strani preloma ležeče ozemlje. Manjše tektonske enote v okviru teh grud so tudi Želimeljsko-ortneška gruda in Zahodnodolenske mezozojske grude. Za Zahodnodolenske grude je značilno potekanje skladov, glavnih prelomov in osi večjih sinklinal ter antiklinal v dinarski smeri. Ob teh prelomih se je ozemlje stopničasto dvigalo oziroma gubalo, tako da ima danes nekakšno grudasto zgradbo. Ob prelomih so karbonatne kamnine tektonsko zdrobljene in spremenjene v milonit. Dolomiti so mnogo bolj in v širšem pasu zdrobljeni kot pa apnenci. V okviru Želimeljsko-ortneške grude je od jugovzhoda proti Sv. Gregorju velika prevrnjena antiklinala, ob ortneškem prelomu pa več 100 m široka milonitna cona.

Premlu (1976) je neotektonske premike v vzhodni Sloveniji razdelil v dva cikla – prvi obsega med srednjim pliocenom in starejšim pleistocenom 11 faz, drugi pa med srednjim pleistocenom in današnjim obdobjem 8 faz. Po smeri so prelomni sistemi razdeljeni v 4 grupe: W–E, N–S, NW–SE, SW–NE. Po njegovih zaključkih je žlebiški prelom nastal v srednjem pliocenu (4. faza). Regionalno pomembni prelomi z obravnavanega ozemlja, potekajoči v dinarski smeri, mišjedolski, želimeljski, ortneški in dobrepoljski, so nastali v 5. fazi, ki je bila najmočnejša med srednjim pliocenom in holocenom. V 14. fazi je prišlo do ponovne aktivizacije teh prelomov, tako kot tudi v 18. fazi, ko so se ugreznili tektonski jarki, v katerih je večina današnjih kraških polj s holocensko sedimentacijo.

Mioč (1976) na nov način razlaga permokarbonske ter spodnje in srednjetriadne sklade na Dolenskem. Ugotovil je, da leže v okolici Ortneka permske plasti na spodnjetriadnih, severozahodno od Sodražice spodnje in srednjetriadne na gornjetriadnih, severno od Ortneka pa je spodnji trias razkrit v obliki tektonskega okna pod permškimi plastmi. Ti permokarbonski, spodnje in srednjetriadni sedimenti so iz evgeosinklinalnega prostora Notranjih Dinaridov – posavskih gub – in torej predstavljajo posavski nariv prek stabilnega dinarskega šelfa.

Starost tega nariva ni znana, po Mioču (ibid.) je izpred oligocena, po Premlju (1976, 226) pa iz obdobja meot-pliocen. Po teh novih razlagah je bilo celotno področje južno od približne črte Škofljica–Sevnica z neotektonskimi premiki dvignjeno in razlomljeno s prelomi pretežno v dinarski smeri v posamezne bloke. Pri tem so nastali tektonski jarki v isti smeri. Pretežni del alohtona je bil kasneje erodiran, danes so ohranjeni le njegovi posamezni deli v tektonskih jarkih ali v obliki tektonskih krp.

Najbolj očuvan in izrazit tektonski jarek je želimeljsko-ribniški jarek. Mala gora pa je del dolenskega bloka, ki je relativno dvignjena gruda.



Risba 2. Usmerjenost razpok in usmerjenost rogov v Mali gori

Drawing 2. Fissure and passage directions in Mala gora

2.5. STRUKTURA KARBONATNIH KAMNIN IN VOTLINE

Za podzemeljsko zakrasevanje – izvotljevanje kraških votlin – je nujen sklenjen vodni tok skozi kamnino. Zato poroznost sama po sebi ni toliko pomembna za razvoj votlin kakor pa prepokanost oziroma diskontinuitetne ploskve v kamnini. Poroznost je namreč lahko velika, a ker so v takem primeru pore običajno premajhne, da bi dovoljevale sklenjen vodni pretok (velika poroznost in majhna prepustnost), je čisto primer, da je taka kamnina v notranjosti le malo ali nič zakrasela (kreda).

V Mali gori sem razpoke meril v podzemlju in le deloma tudi na površju (risba 2). Izrazito prevladujejo razpoke v smeri sever-severovzhod – jug-jugozahod, močno pa je zastopana tudi smer severozahod-jugovzhod (dinarska). Izstopa še smer vzhod-zahod. V ostalih smereh razpok bodisi ni ali pa so le izjeme.

Drugi tip diskontinuitetnih ploskev v apnencu so plastne razpoke – lezike. V Mali gori izrazito prevladujejo vpadnice plasti v dveh smereh: proti jug-jugovzhodu in proti jug-jugozahodu z majhnimi odkloni. Razmeroma močno je še zastopana smer zahod oziroma zahod-jugozahod. Vpadnic v ostalih smereh je ali zelo malo, ali pa jih sploh ni.

Glede naklona močno prevladujejo plasti z naklonom okoli 20°. Plasti z naklonom okoli 10 in 30° so še zastopane, večji ali manjši nakloni pa so le posamični primeri ali slučajnosti.

Diagram usmerjenosti jamskih rogov (risba 2) kaže dve izrazito prevladujoči smeri: dinarsko severozahod-jugovzhod in smer sever-jug. Prevlado dinarske usmerjenosti si lahko razlagamo le s potekom razpok in prelomov v tej smeri ter s smerjo vpada plasti. Razpoke niso namreč pogojene le z gubanjem dinarskega gorstva, ampak so tudi rezultat mikrotektonike in mehanskih sil v kamnini sami. Ribniška Mala gora je zelo podolgovata masa, razpotegnjena v dinarski smeri. Roji razpok koncentrično obrobajo Malo goro (Šleberger 1971, 198) in ker sta stranici Male gore, potekajoči v dinarski smeri, veliko daljši od pre-

čnih, je tudi razumljiva usmerjenost razpok v dinarski smeri. Vendar pa dinarska usmerjenost razpok ne prevladuje, pač pa prevladuje dinarska usmerjenost jamskih rovov. To navidezno protislovje si lahko razlagamo s tipom oziroma značajem razpok. Kot sem že omenil, je za podzemeljsko zakrasevanje nujen sklenjen vodni pretok, zanj pa so potrebne dovolj velike odprtine – razpoke. Če je razpoka premalo odprta, da bi dovoljevala sklenjen vodni pretok, je za sam pričetek izvotljevanja brez pomena. Šlebinger (1971, 198) omenja, da so nekatere razpoke v vznožju Male gore, okoli Ribniškega polja in Dobrepolja, odprte.

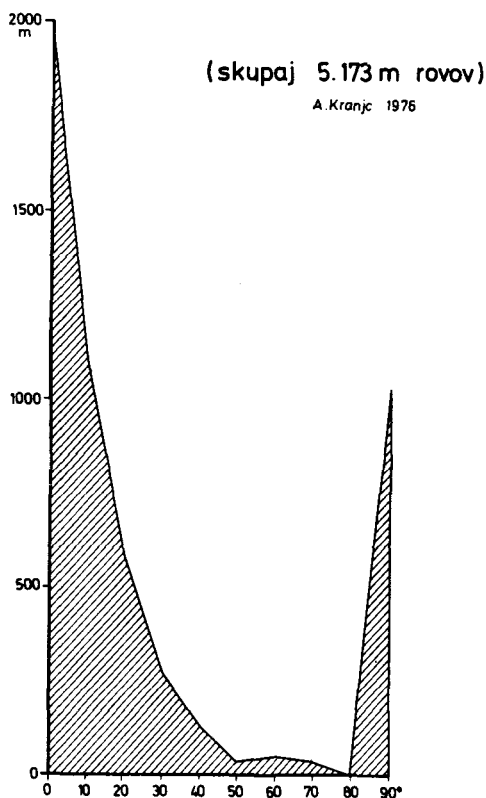
Mala gora ima kot dolg in ozek kraški masiv relativno obsežno »pobočno cono« v mehanskem smislu. Za pobočno cono so značilne dekompresijske razpoke (razpoke »popuščanja«), vzporedne s pobočjem in v primeru Male gore torej odprte v dinarski smeri. Vzдолž takih razpok so se izoblikovali jamski rovi. V prid tej trditvi je tudi dejstvo, da je velika večina dostopnih jamskih rovov obravnavanega ozemlja res v »pobočni coni«. V ravni črti je človek prodrl v podzemlje Male gore na dobrepoljski strani najdlje 60 m daleč v Potiskavški jami, v Podpeški jami, Tatrci in Podtaborski jami pa le po 40 m. Globlje je uspelo prodreti z laške in ribniške strani – 230 m daleč v Bukovščici, 150 m v Črni jami in okoli 100 m v Finkovi jami 2. Ta oddaljenost pa je računana v vodoravni smeri, to je v istem nivoju, torej oddaljenost skrajne točke v jami od najbližjega površja v vodoravni smeri. Če pa upoštevamo naklon pobočja in računamo oddaljenost skrajne točke v jami do najbližje točke na površju, navadno više v pobočju, se navedene razdalje močno zmanjšajo in znašajo največ nekaj 10 m. Po tem kriteriju prodre najgloblje v Malo goro Finkova jama 2 do okoli 60 m, Bukovščica 40 m in Koblarska jama le še 24 m, vse ostale jame pa se končujejo še bliže površja.

Če upoštevamo, da je Mala gora poprečno široka okoli 3 km in da ima njeno planotasto površje 300–500 m relativne višine, je jasno, da je človek prodrl le v pobočno cono tega kraškega masiva. Globoka ali notranja cona je s speleološkega gledišča še neznana.

Pri primerjavi smeri razpok in smeri vpada plasti v Mali gori s smermi jamskih rovov se pokaže, da je smer rovov pravzaprav rezultanta smeri diskontinuitetnih ploskev v kamnini. Najmočnejša smer vpada plasti je 160°, razmeroma močna pa še v smeri 140° – prevladujoča smer rovov pa je 150°. Dejstvo, da je splošna smer podzemeljskega odtoka od jugozahoda proti severovzhodu in da je jamskih rovov v tej smeri izredno malo, kaže na to, v koliki meri je pretok v drobnem odvisen od diskontinuitetnih ploskev v kamnini.

Če primerjamo naklone jamskih rovov v Mali gori z nakloni plasti, se pokažejo velike razlike in odstopanja. Pri plasteh prevladuje naklon okoli 20° (56%), pri jamskih rovih pa okoli 0°. Plasti z naklonom pod 15° praktično ni, rovov s takim naklonom pa je kar 59%. Plasti z naklonom nad 30°, maksimalni naklon je 75°, je 16%, rovov pa 25%. Ampak od tega je rovov z naklonom 90° kar 20%. Prevladujejo torej plasti z naklonom 20–30°, rovi pa z naklonom nad 15°. Plasti z naklonom 90° sploh ni, pač pa je navpičnih rovov 20%. Iz tega je razvidno, da naklon plasti in padec oziroma naklon jamskih rovov v Mali gori nista v neposredni zvezi.

Pri naklonu jamskih rovov sta opazni predvsem dve tendenci – vodoraven (ali skoraj vodoraven) in navpičen potek. To kaže na nastanek rovov v zvezi z dvema različnima tipoma odtoka vode. Vodoravni rovi so nastali s pomočjo pretežno horizontalnega vodnega pretakanja (ponorna in izvirna stran pobočne cone ter pretočni spodnji del globoke cone v Mali gori) oziroma bolj ali manj tik pod nivojem kraške talne vode (Bretz 1942; Moore & Nicholas 1964, 14–15). Navpični rovi – brezna so v glavnem razširjene razpoke, nastale zaradi navpično prenikajoče padavinske vode (Gams 1964, 20). Maucci (1951–1952) je obdelal naklone 1052 votlin v predvojni Julijski krajini (Venezia Giulia – naš primorski kras) in še 107 votlin v Toskani in Lombardiji. Na primorskem krasu prevladujejo vertikale, močan pa je tudi delež votlin z naklonom 0–30°, votlin z naklonom med 35–75° pa skoraj ni. Podobno je v Toskani in Lombardiji, le da tam prevladuje vodoravna komponenta (ibid., 9–10). Risba 3, ki je pripravljena po istih principih kot



Risba 3. Naklon jamskih rovov v Mali gori

Drawing 3. Dip of cave passages in Mala gora

Maucci jeva, prikazuje naklone rovov v Mali gori in omogoča primerjavo med Malo goro, primorskim krasom (v glavnem gre za Tržaški kras), Toskano in Lombardijo. Na splošno je diagram Male gore podoben diagramoma za Toskano in Lombardijo, le da so pri Mali gori večje amplitude – vodoravni rovi močneje prevladujejo. Glede amplitude same je slika Male gore podobnejša sliki primorskega krasa, le da je bistvena razlika v kakovosti. V Mali gori prevladuje vodoravna komponenta, na primorskem krasu pa navpična.

Glede razmerja med deležem brezen in jam sodi torej Ribniška Mala gora k nizkemu dolenskemu krasu, ne pa k visokim dolenskim in notranjskim planotam.

2.6. PALEOGEOGRAFSKI RAZVOJ

Glede na novejša raziskave in njihove interpretacije (Buser 1974; Mioč 1976; Premru 1976) si lahko predstavljamo razvoj Male gore na približno sledeč način:

V predoligocenu ali meot-pliocenu je prišlo do posavskega nariva prek uravnanege karbonatnega dinarskega šelfa. Nariv je tako ustvaril pokrov iz neprepustnih kamnin prek karbonatnih kamnin in tako, če že ne popolnoma zavrl, pa vsaj v veliki meri preprečil zakrasevanje na ozemlju današnje Male gore.

Površje tega neprepustnega pokrova je bilo tekom spodnjega pliocena bolj ali manj uravnano – peneplenizirano in ni dokazov v prid trditvi, da bi bili že takrat določeni deli karbonatnih kamnin razgaljeni, da je bilo že v pliocenu kraško površje.

Neotektonski premiki v zgornjem pliocenu in pleistocenu so to uravnano pokrajino spremenili v taki meri, da že lahko govorimo o grudasti pokrajini: posamezne grude (ena takih grud je bila tudi današnja Mala gora) so dvignjene v različne nadmorske višine, nastajajo tektonski jarki med dvignjenimi grudami. Z dvignjenih grud erozija pospešeno odstranjuje pokrov neprepustnih kamnin, ko je ta pokrov odstranjen, se prične zakrasevanje in odnašanje oziroma raztapljanje mezozojskih karbonatnih kamnin. V tektonskih jarkih pa so pogoji za ohranjanje nekarbonatnih kamnin posavskega naračja.

V mlajšem pleistocenu in holocenu se nadaljuje ugrezovanje tektonskih jarkov, vmesne dvignjene grude dobivajo vedno bolj hribovit oziroma planotast značaj. Površinsko zakrasevanje se nadaljuje takorekoč neprekinjeno od pliocena oziroma starejšega kvartarja sem, vodni tokovi z neprepustne podlage v tektonskih jarkih pa si morajo bodisi poglobljati površinske doline skozi karbonatno obrobje ali pa prelagati tokove vedno globlje v podzemlje.

Tak razvoj zakrasevanja v Mali gori si predstavljamo na podlagi predvsem geoloških oziroma tektonskih ugotovitev. V naslednjem delu razprave pa bom skušal dobiti geomorfološke, to je površinske, in speleološke, podzemeljske dokaze, ki naj bi potrdili zgornja predvidevanja.

3. HIDROGRAFSKE OSNOVE

3.1. OZNAČBA IN HIDROGRAFSKA RAZDELITEV OZEMLJA

Če upoštevamo označbo in omejitev Ribniške Male gore, podani v prejšnjem poglavju, vidimo, da je ta kraški masiv brez površinskih vodotokov. Pač pa je na njenih vzdolžnih, dinarsko usmerjenih robovih oziroma vznožju, mnogo vodotokov, izvirov in ponorov. Na jugovzhodni strani se končuje cela vrsta površinskih tokov, ki pritekajo z neprepustnega površja, s ponori ali v vodnih jamah, na drugi, jugovzhodni strani, pa je cela vrsta izvirov in izvirnih kraških jam. Čeprav je Mala gora sama po sebi brez površinskih tokov, je v hidrografskem pogledu pomemben člen, saj se skozi njo pretakajo vode z neprepustnih Lašč in Slemen ter z Ribniškega polja proti Dobropolju in proti Krki. Mala gora je vezni člen med vodami sosednjih nižjih regij in je v njej skrit tako posredni vzrok za poplave na ribniški in na dobropoljski strani, kot je ob suši pomemben vodni rezervoar za okoliško prebivalstvo in zato že samo s tega stališča zasluži podrobno preučitev kraškega podzemlja in njenih podzemeljskih vodnih zvez.

Kot za druge pojave je tudi za hidrografsko preučevanje Male gore bistveno poznavanje hidrografskih razmer v njeni neposredni okolici. Trije najpomembnejši vodni tokovi obnavnanega ozemlja, Rašica, Tržiščica in Bistrica (Sodraška) imajo svoja povirja in zbirna območja deloma na neprepustnem in deloma na dolomitnem vznožju Blok ter na pretežno neprepustnem ozemlju Lašč in Slemen. Le najjužnejša izmed tokov, Ribnica in Rakitnica, izvira na meji med apnencem in dolomitom v vznožju Ribniške Velike gore.

Glede na hidrografska svojstva površja Male gore z neposredno okolico, ločimo tri tipe ozemlja:

a) Slemen in Lašče – pretežno nekarbonatni svet z normalno razvito rečno mrežo, s stalnimi površinskimi tokovi. Ob prehodu na dolomitno, predvsem pa na apnenčasto ozemlje, vsi vodotoki ponikajo. Na obrobju tega ozemlja se normalni vodotoki spremenijo v kraške in spreminja se dolžina njihovega toka po karbonatnih kamninah. Poleti so struge na karbonatnem ozemlju suhe, pomladi in jeseni pa nastajajo poplavna jezera, končno pa vsa voda izginja v podzemlje.

b) Dobrepolje – suho kraško polje z manjšimi lokalnimi stalnimi studenci (iz dolomita na vznožju Male gore ali iz apnenca ter aluvialnih naplavin v dnu polja). Večji vodni tokovi so podzemeljski in normalno dostopni le v kraških jamah pod nivojem dna polja. Ob visokem vodnem stanju, predvsem pa ob poplavih na jugozahodni strani Male gore, se spremenene vodne jame v kraške izvire in po polju teko prave reke, ki večje ali manjše dele polja tudi poplavijo. Ob izredno visokih vodah pridere na polje Rašica po suhi dolini izpod Ponikev ter teče vzdolž celega polja do skrajnega jugovzhodnega dela – Strug.

c) Mala gora v ožjem smislu je brez vsakršnih površinskih vodnih tokov. Tudi podzemeljski – kraški – tokovi so dostopni le v robnih delih Male gore, v vznožju, od ponorov ali izvirov v notranjost kraške gmote, dokler raziskovalca ne ustavijo neprehodne ožine ali stalno zaliti rovi – sifoni.

Tako so na tem razmeroma majhnem koščku slovenske zemlje zbrani pravzaprav trije hidrografske različni tipi površja: normalno hidrografske omrežje na neprepustnem svetu, kraško hidrografske omrežje na nizkem karbonatnem svetu (Lašče, Ribniško polje, Dobrepolje) in svet brez površinskih voda na apnenčasti Mali gori sami.

3.2. KLASIFIKACIJA VODNIH TOKOV

Če gledamo s hidrološkega vidika, so na obravnavanem ozemlju zastopani sledeči tipi vodnih tokov:

- stalni površinski tokovi z normalnim izvirom in izlivom
- stalni površinski tokovi s kraškim izvirom in normalnim izlivom
- ponikalnica s stalnim tokom in normalnim izvirom
- kraške ponikalnice s stalnim tokom (izvir in izliv kraška)
- kraške ponikalnice z občasnim tokom (izvir in izliv kraška).

V skupino normalnih tokov sodijo predvsem manjši tokovi na Slemenih in Laščah.

Stalne površinske tokove s kraškim izvirom in normalnim izlivom predstavljajo krajši pritoki večjih normalnih tokov, ki izvirajo v kraških izvirih na robu nizkega karbonatnega sveta. Tak je primer Puških peči – razmeroma močan kraški izvir se po kratkem toku izliva v stalni potok Brod, pritok Rašice.

Ponikalnice s stalnim tokom in normalnim izvirom so trije največji tokovi obravnavanega ozemlja – Rašica, Tržiščica in Bistrica. Vse tri izvirajo na neprepustnem ali dolomitnem svetu v vznožju Blok in na Slemenih kot tokovi, ki se zberejo iz roja manjših potočkov. Ko pritečejo na apnenca, ponikajo. Vendar so ti tokovi deloma kombinacija z naslednjim tipom – kraško ponikalnico, saj so med izviri teh treh tokov tudi kraški izviri, čeprav ti ne dajejo večine vode.

Kraška ponikalnica s stalnim tokom je le ena – Ribnica, ki izvira iz kraškega izvira vokliškega tipa pod Veliko goro in ponika v ponorih sredi Ribniškega polja in je edini predstavnik prave kraške reke ponikalnice.

Kraške ponikalnice z občasnim tokom so vsi večji občasni tokovi na Dobrepolju in nastopajo le ob poplavih – izvirajo iz kraških jam v vznožju Male gore in se izgubljajo v ponorih sredi Dobrepolja.

3.3. POVRŠINSKA REČNA MREŽA

Površinska rečna mreža (upoštevam vse vodne tokove, označene na karti 1:50000) na neprepustnem delu obravnavanega ozemlja je razmeroma gosta, obenem pa ni velikih razlik med gostoto vodnih tokov na nekarbonatnem ozemlju in gostoto na dolomitnem ozem-

lju. Gostota površinskih tokov po Neumannu (Dukić 1962, 37) je na neprepustnem svetu med 990 m (Lašče) in 1.375 m/km² (Slemen), na dolomitnem svetu pa med 830 m (Ribniško polje) in 1.200 m/km² (Lašče). Vodni tokovi, ki tečejo po ravnini – po Ribniškem polju – so bolj vijugavi kot tokovi v strminah Slemen in je zato resnična razlika v gostoti še malo večja od navedene.

Koeficient razvitosti toka (Dukić 1962, 32–33) Ločice (Podplanščice) $K=1,11$ in zgornjega toka Tržišnice $K=1,10$. Oba tokova tečeta po strmem neprepustnem svetu Slemen. Sajevec in Ribnica, ki tečeta po ravnem dnu Ribniškega polja pa imata $K=1,42$ oziroma $K=1,30$. Razvitost toka, to pomeni, da je tok bolj zvit in vijugav, vodotokov na Ribniškem polju je torej za 17–18 % večja od razvitosti tokov na Slemenih.

Po Melikovich (1963, 263–264) podatkih – primarni maksimum aprila, primarni minimum januarja, sekundarni minimum avgusta – ima porečje Krke, kamor sodi tudi obravnavano ozemlje, nivalno-pluvialni režim. Tak tip rečnega režima navaja za zgornjo Krko tudi Rus-Goljevšek (1962, 112, 115), vendar njeni podatki – primarni maksimum novembra, sekundarni marca, primarni minimum julija in avgusta, sekundarni februarja – kažejo, da ima tudi zgornja Krka, tako kot sicer navaja za njen spodnji tok, pluvio-nivalni in ne nivalno-pluvialni režim. Po Ilešiču (1948, 82, 105) pripada reka Krka k zmerno mediteranski varianti pluvio-nivalnega režima (jesenski maksimum prekorači pomladanskega ali mu je vsaj skoraj enak): temu režimu lahko prištevamo tudi večino pritokov Krke z obravnavanega dela Dolenjske.

3.4. PONIKALNICE

Najbolj opazna razlika med normalnimi in kraškimi tokovi obravnavanega ozemlja je njihova nestalnost oziroma nestalna dolžina njihovega toka prek ozemlja na karbonatnih kamninah. V okviru ponikalnic ločimo dva tipa:

Ponikalnice s stalnim tokom: Večina vodnih tokov, izjema sta Rašica in deloma tudi Bistrica, ponika takoj po prestopu z nekarbonatnih ali dolomitnih kamnin na apnenec. To se pa dogaja le ob »normalnih«¹ pogojih, to se pravi večji del leta. Ob izredno visokem vodnem stanju pa običajni ponori ne morejo sproti požirati vse vode, ki priteka po strugi. Zato prične voda v končnem delu struge še posebej naraščati, prične se prelivati preko ponorov ali iz struge in teče dalje prek karbonatnega sveta. Kako daleč teče je odvisno od reliefa nizvodno ponorov ter od kraške prevotljenosti in prepustnosti površja, od oddaljenosti do naslednjih ponorov in od sposobnosti požiranja le-teh.

Kako daleč sega občasni tok take »podaljšane«² ponikalnice, je odvisno od vsakokratne hidrološke in vremenske situacije. Obstajajo pa tudi meje maksimalnega podaljšanja, ki so na splošno znane in razmeroma lahko ugotovljive. Ponikalnice na jugozahodni strani Male gore si občasno podaljšujejo tokove do 5.000 m (Rašica). Če pa računamo, da voda »podaljšane«³ ponikalnice, ki se izlije v drugo ponikalnico (npr. Bistrica v občasno tekočo Zadnjo Rinžo), teče s to dalje, se na ta način navedeni občasni tokovi podaljšajo še do 17 km zračne črte. Ta značilnost je ena izmed posebnosti obravnavanega kraškega ozemlja v primerjavi s kraškim svetom Notranjega podolja. Tako teče poplavna Bistrica skupaj z Ribnico kot Zadnja Rinža na Kočevsko polje, tam se združi s Prednjo Rinžo in teče kot Rinža do južnega konca Kočevskega polja, kjer ponika v ponore pod Mozljem.

Ponikalnice z občasnimi tokom: so v okviru obravnavanega ozemlja le na Dobropolju, kjer ob visokem vodnem stanju številne vodne jame in razpoke – bruhalniki v vznožju Male gore bruhajo velike količine vode, ki teče prek polja in spet ponika v kraško podzemlje. Kakor hitro ti občasni kraški izviri presahnejo, nehajo teči tudi te ponikalnice. Delovanje teh bruhalnikov je neposredno povezano s stanjem vode v po-

nikalnicah na jugozahodni strani Male gore oziroma s padavinami v njihovem porečju. Med ponikalnicami tega tipa sta dve, ki tečeta bolj pogosto. Prva izvira iz Žovkna in Pri koritu, druga pa iz Potiskavške jame. Njun pogostejši tok se izraža tudi v morfologiji dna Dobrepolja – od izvirov proti ponorom oziroma na polje vodi izrazita struga (v Krkovem pod Žovknom je npr. globoka prek 5 m). Iz Dolenje, predvsem pa iz Podpeške jame in bruhalnika Puhavka teče voda bolj poredko, le ob največjih poplavih, in zato te ponikalnice nimajo vrezanih strug v dno polja.

Obravnavane ponikalnice se podaljšajo ob visokih vodah za sledeče dolžine:

Predvratnica	100 m
Potok pod Finkovim	100 m
Ločica (Podplanščica)	150 m
Cereja	400 m
Ribnica	2500 m (+ 17 km v zračni črti do Mozlja)
Bistrica	4500 m (+ 17 km v zračni črti do Mozlja)
Rašica	5000 m (+ 12 km v zračni črti do Strug)

Ob tej priliki opozarjam tudi na ime »Puhavka«. To je ime enega izmed največjih bruhalnikov na severni polovici Dobrepolja. Obenem je »puhavka« v Dobrepolju obče ime za bruhalnik, ki ni prehodan za človeka niti ob suši. »Puhavko« domačini strogo ločijo od »jame«, ki je za človeka prehodna, kar je najbolj razvidno iz sledečega primera: »...sedaj bodo pa puhavke in jame začele delovati (=puhati vodo, op. A.K.)...« (L j u b i č 1939, 60).

3.5. POPLAVE

Kakor leži Mala gora na stiku med normalnim – neprepustnim in kraškim – prepustnim svetom, tako so tudi tukajšnje poplave, ki so razmeroma opazna hidrografska značilnost, pojavi prehodnega oziroma kombiniranega izvora in bi težko govorili posebej o »normalnih« – hudourniških in posebej o kraških poplavih, v kolikor nam ne gre zgolj zato, kje nastopajo, na normalnem ali na kraškem svetu.

Glede na položaj proti sami Mali gori ločimo »zajezeitvene« poplave na jugozahodni in »prelivne« na severovzhodni strani. Prve nastopajo tam, kjer vode vtekajo v podzemlje in nastajajo zaradi premajhne požiralnosti ponornih jam in ponorov. Ob močnem deževju se dotok z neprepustnega sveta močno poveča, ponori in ponorne jame ne zmorejo več požirati vse te vode, tok ponikalnice se podaljša na kraški svet, obenem pa se voda v strugi dvigne in preplavi okolni svet. Kakšen je obseg take poplave oziroma občasnega jezera, je odvisno od višine nivoja vode, od oblikovanosti struge in ponornega področja pa je odvisno predvsem to, ali bo jezero široko in plitvo ali pa bolj majhno, a globoko.

Tipična sta primera poplav Rakitnice in Ribnice v južnem koncu Ribniškega polja. Rakitniško jezero doseže širino največ 250 m, a globino do 12 m (R u s 1921, 186). Jezero pa, ki nastane, kadar se razlije Ribnica prek ponorov pri Sv. Marjeti in se ji pridruži še poplavna voda Bistrice, je lahko do 2 km široko, a globoko največ do nekaj metrov.

Trajanje poplav na jugozahodnem obrobju Male gore je odvisno od vsakokratne vremenske in hidrološke situacije, vendar pa so na splošno kratkotrajne. Najdlje trajajo v Rakitnici, kjer se zavlečejo tudi na nekaj tednov.

Poplave prelivnega tipa nastopajo na severovzhodni, izvirni strani Male gore. Vzrok teh poplav je predvsem v dvigu piezometra v kraških vodnih jamah in zato voda vdre skozi prelivne rove ter jamske vhode na površje kraškega polja. Ta voda navadno preplavi le neposredno okolico jamskega vhoda, iz takega jezera pa teče dalje kot občasna ponikalnica in ob zadostni količini preplavi tudi širšo okolico ponorov.

Poseben primer je Rašica. Ob povodnji požiralniki pri Ponikvah ne morejo požirati vse vode, zato se razlije po okolici ponikey, nato pa teče dalje po sicer suhi strugi in suhi dolini proti Dobropolju. Ob prestopu na aluvialno dno polja se prične voda razlivati, struga se izgubi in voda teče dalje v širokem pasu prek obdelanih površin vsaj do ponorov pod Vidmom. Navadno pa ob takih razmerah tudi tamkajšnji požiralniki ne zadoščajo, Rašica se združi s kraškimi vodami iz jam in puhavk in potem vsa ta voda skupaj dere proti južnemu koncu Dobropolja in najnižje dele polja v celoti preplavi. V samih Strugah poplavi velike dele njivskih površin in tudi hiše (K r a n j c 1973). V tem delu polja se poplava tudi najdlje časa zadrži in so Struge lahko zalite tudi po več tednov (slika 6).

Obseg poplavnega sveta je predvsem odvisen od reliefa – čim globlje je vrezana struga ponikalnice, manjše je poplavno območje. Zato so na ponorni strani Male gore najboljše – najneje poplavne površine na Ribniškem polju, na izvorni strani pa na Dobropolju, predvsem v Strugah, kamor visi dno polja.

R u s (1921, 186–187) trdi, da so bile pred letom 1917 na Ribniškem polju velike poplave zelo redke. Ob takratnih izrednih nalivih (8.–21. januar 1917) in njim sledečih poplavah, naj bi se v podzemlju preložili sedimenti, z njimi zamašili sifoni in so zato po tem letu poplave pogostejše in višje.



Sl. 6. Višina poplave v Strugah na Dobropolju

Fig. 6. Flood-level in Struge, Dobropolje

Na Dobropolju nastopajo največje poplave, kadar se vodam, ki jih bruhajo jame in izviri v vznožju Male gore, pridruži površinski tok Rašice, ki pridere od Ponikev sem. Za te poplave pravi R u s (1924, 33): »Nekdaj pogoste vpade bližnje ponikvarice Rašice v polje pa ljudstvo komaj še pomni.«

V novejšem času so take katastrofalne poplave na Dobropolju razmeroma redke, vendar ne tako zelo, da bi jih »ljudstvo komaj še pomnilo.« Posebno obsežna ter dolgotrajna ter temu primerno uničujoča je bila poplava v Dobropolju l. 1882 (T o m š i č & I v a n c 1887, 61), poleg tiste v letu 1917 pa so bile še v letih 1933, 1939 (L j u b i č 1939), 1948 in 1973 (K r a n j c 1973), kar je približno vsakih 10 let enkrat. Po navedbah domačinov iz Podpeči v zadnjih letih skoraj vsako leto, včasih tudi po dvakrat, bruha voda iz Podpeške jame in teče po poteh skozi vas.

Seveda je težko reči brez ustreznih in dovolj dolgih opazovanj, ali so danes poplave pogostejše ali ne, nikakor pa niso tako zelo redke in registracija poplav bi bila lahko zelo koristno zbiranje podatkov za bodoča preučevanja v tej smeri.

Prav borba proti katastrofalnim poplavam je vzbudila konec prejšnjega in v začetku tega stoletja ne le obsežen raziskovalni program, kot je razvidno iz nadaljnjega besedila, ampak tudi praktične ukrepe. Tako je P u t i c k (1892) odprl in obzidal požiralnike v strugi Prednje Rinže in pod njegovim vodstvom je bil zgrajen 655 m dolg odvodni kanal Bistrice v Tentero, s čimer se je val povodnji v mestu Ribnici znižal za 0,5 m (R u s 1929, 126).

3.6. PONORNE VOTLINE

Na jugozahodnem obrobju Male gore je na laški in ribniški strani 15 stalnih ali občasnih ponikalnic, ki ponikajo bodisi v samo vznožje Male gore, ali pa že pred njim v zrasele uravnave.

Te ponikalnice izginjajo v kraško podzemlje skozi različne tipe ponorov (slika 7). Običajno se prvi ponori pojavijo takoj, ko ponikalnica prestopi na kraški svet. Vendar teče voda pogosto še dalje od prvih ponorov. Vzroki so lahko kaj različni: ali so ti ponori izven struge in požirajo le visoke vode (ob Rašici pod vasjo Rašica), ali je njihova požiralnost premajhna (Rašica še pred Ponikvami), ali pa so jih celo zamašili ljudje, da bi vodo čim dlje ohranili na površju (Bistrica pri Brežah) (R u s 1921, 184).

Ponorne votline lahko razdelimo na naslednje tipe, v skladu s priporočili Mednarodne speleološke zveze (T r i m m e l & A u d e t a t 1966):

1. jama – stalni ponor: Vratnica, Tentera, ponor Rašice,
2. jama – občasni ponor ob stalnem toku: Pasenca, Finkova jama 2,
3. jama – občasni ponor ob obč. toku: Marketova jama, ponor pri Sv. Marjeti,
4. Brezno – občasni ponor ob stalnem toku: Brezno v mlinu,
5. brezno – občasni ponor ob obč. toku: Požiralnika 1 in 2 pri Sp. Ložinah,
6. jam z občasnim tokom v notranjosti (vhod neaktiven): Griška jama

Griška jama je izjema, a jo vseeno štejem k ponornim jamam, saj se v njej tik pod vhom dom pojavi voda, ki ponika v ponore v kanalu Bistrica – Tentera, obenem pa tudi voda iz Bistrice »Pod stenami«. Je torej ponorna jama, le da je zveza med ponori na površju in bližnjimi rovi v notranjosti jame pretesna za človeka (risba 4).

Večina omenjenih ponornih jam, med njimi vse večje, leži bolj ali manj na stiku neprepustnih in prepustnih kamnin. Ob visokem vodnem stanju nosijo te ponikalnice v kraško podzemlje velike količine nekarbonatnega proda in peska. V skladu s poznavanjem speleogenetskih pogojev je dejstvo, da so ponorne jame med absolutno največjimi kraškimi votlinami obravnavanega ozemlja. Tako so Vratnica, Tentera, Griška jama in Finkova jama 2 dolge prek 500 m. Tentera, trenutno najdaljša med njimi, ima 603 m rofov (K r a n j c 1973 a, 23–24). To obenem potrjuje trditev, »da imajo največjo sposobnost pre-

oblikovanja tiste vode, ki pritekajo z neapnenčastega sveta, od koder dobe za erozijo prepotrebno grobejšo plavje« (G a m s 1955 a, 160).

V teh ponornih jamah se kombinirata erozija in korozijska sposobnost preoblikovanja oziroma izvotljevanja. Nekatere izmed ponornih vod imajo tudi zelo nizke trdote, vse pa so nezasičene. Če primerjamo trdote ponikalnic s trdotami ustreznih kraških izvirov, se pokaže precejšen dvig tako celokupne kot tudi karbonatne in kalcijeve trdote, kar gre predvsem na račun povečane kalcijeve trdote (tabela 4).

Tabela 4. Primerjava trdote voda (v N°) med izbranimi ponori in izviri (povpreček za leti 1975–76)

Kraj	Celokupna trdota	Karbonatna trdota	Kalcijeva trdota	Magnezijeva trdota	Zasičenost v %
Ločica	10,04	9,90	5,50	4,90	33
Potok (Finkovo)	5,31	5,16	2,99	2,32	21
Podpeška jama	11,40	10,09	7,45	4,05	60
Tržišnica	8,9	8,7	4,75	4,20	42
Kompoljska jama	12,20	11,80	8,95	3,30	70

Ti podatki so dokaz, da ponorne vode na poti skozi Malo goro korodirajo, da se kanali, skozi katere se pretakajo vode z laške in ribniške strani proti Dobrepolju in Krki, večajo na račun korozije.

Obenem pa te vode povečujejo podzemeljske kanale tudi s pomočjo erozije. Vse večje ponorne jame obravnavanega ozemlja imajo v svojih kanalih precejšnje količine proda. Ob normalnem oziroma nizkem vodnem stanju, voda proda ne prenaša in je tudi količina suspenziranega gradiva razmeroma majhna, vsaj v primerjavi s podatki o lebdečem tovoru na rekah Krki in Temenici (G a m s 1969, 19). Merjenje količine lebdečega tovara v ponikalnicah tik pred ponori, je dalo sledeče rezultate:

Rašica	3–25 mg/l vode
Cereja	18–24 mg/l vode
Beč	28 mg/l vode
Ločica	7–31 mg/l vode
Potok (Finkovo)	27 mg/l vode
Tržišnica	10–19 mg/l vode
Bistrica	13–29 mg/l vode
Ribnica	11–28 mg/l vode

Ob visokem stanju in poplavih voda prenaša oziroma kotoli prod po strugi in takrat verjetno opravlja večino svoje erozijske dejavnosti. Pomembna je tudi petrografska sestava sedimenta, saj prodniki iz trde in odporne kamnine, npr. kremenca, veliko uspešneje erodirajo jamske stene kot pa prodniki iz glinastih škrljavcev.

Petrografska sestava proda v Tenteri, Griški jami in Finkovi jami 2 je prikazana na tabeli 5, kompletnejše podatke pa prikazuje risba 13. Navedene jame so v apnencih in nobena ni niti na samem kontaktu z neprepustnimi kamninami, vzorci proda pa so vzeti iz notranjosti jam, a je vseeno karbonatnih prodnikov izredno malo (povprečno 2%). Izrazito prevladujejo kremenovi prodniki (do 64%) ali prodniki iz peščenjaka (47–80%).

Poleg petrografske sestave tovara sta za erozijo zelo pomembni tudi hitrost vodnega toka in količina vode, kar se zopet deloma kaže v velikosti in količini tovara.

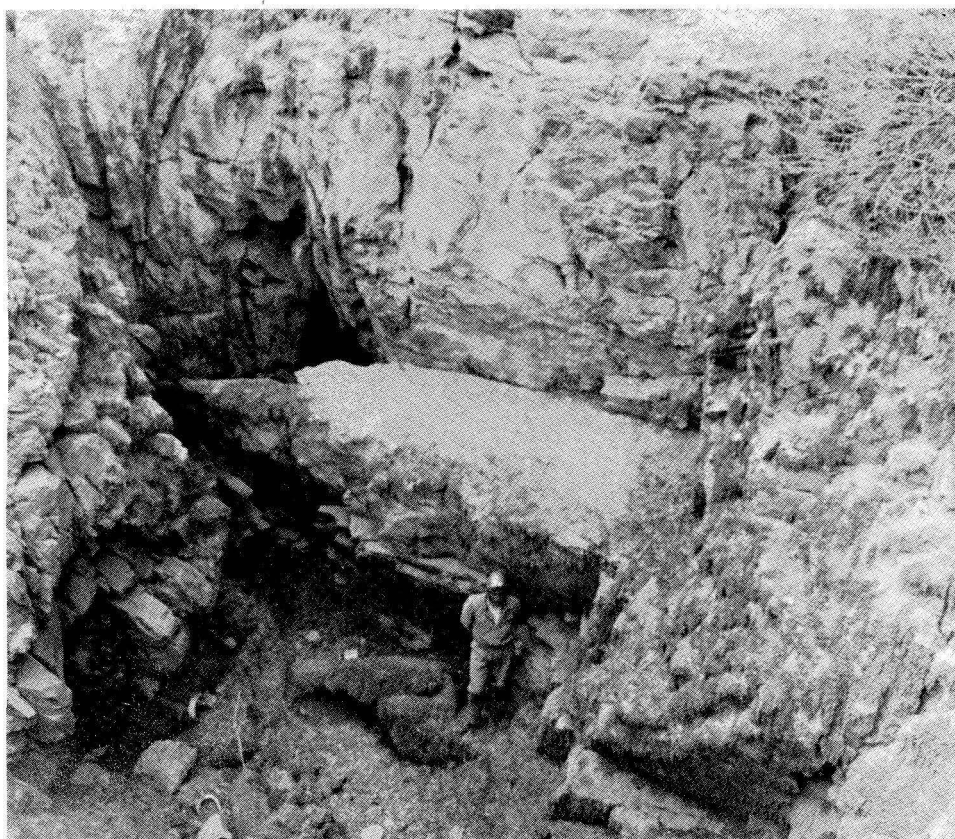
Velikost prodnikov v istih treh ponornih jamah, iz katerih je bila prikazana petrografska sestava, podaja tabela 6. Hitrost vodnega toka, potrebna za transport največjih prodnikov (premer okoli 5 cm) mora biti najmanj 1,75 m/sek, za transport sedimenta z mediano 15 mm pa okoli 0,9 m/sek (Scheidegger 1961, 135).

Tabela 5. Petrografska sestava prodnikov v ponornih jamah (v % števila prodnikov)

Kamnina	Finkova jama 2	Griška jama	Tentera	Skupaj
karbonati	0,7	2,3	3,4	2,1
kremen	64,0	16,7	45,3	42,0
peščenjak	30,7	79,7	47,3	52,6
ostalo	4,6	1,3	4,0	3,3
Skupaj	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 6. Velikost prodnikov v ponornih jamah (v mm)

Jama	Povprečna dolžina	Maksimalna dolžina
Tentera	15,4	67,0
Griška jama	15,7	51,0
Finkova jama 2	20,5	62,0



Sl. 7. Ponor Barbarov skedenj na Ribniškem polju

Fig. 7. Ponor „Barbarov skedenj“ in Ribniško polje

Največji prodniki v tabeli 6 so iz poprečnega vzorca, absolutno največji prodniki pa so še precej večji. V Vratnici sem naletel 50 m od vhoda na peščenjakov prodnik $17 \times 15 \times 5$ cm in na prodnik iz kremenovega konglomerata $16 \times 13 \times 10$ cm.

Meritev količin proda z obravnavanega ozemlja nimamo, obstajajo le zapažanja o velikosti prodnih nanosov. Ti so, vsaj v primerjavi z velikostjo rova, veliki. V Griški jami, dolgi 590 m, je prod odložen, z manjšimi prekinitvami, prav do končnega sifona. Razširjeni deli jamskih rogov (15×6 m) so zasuti s prodnim nanosom najmanj 1–2 m na debelo, to je skoraj do stropa. Razen v razširitvah nastopa prod v večjih količinah predvsem v sifonskih situacijah, na odtočni strani.

Poleg proda je za erozijo pomemben tudi pesek, predvsem kremenov. Ob visokih vodah, ko teče voda po rovih ponornih jam pod pritiskom, dobe peščena zrna v ožinah močne pospeške. Ta pospešek je obratno sorazmeren kvadratu mase peščenega zrna in iz tega se najbolje razvidi preoblikovalna moč takega tovara. V takem delovanju kremenovega peska je najbrž tudi vzrok, da dobe prodniki v jamah na razmeroma kratko razdaljo transporta tako visoko stopnjo zaobljenosti in gladko, polirano površino (Siffre & Siffre 1961, 79).

V obravnavanih ponornih jamah je med drobnimi frakcijami tovara povsod v prevladi pesek. V Tenteri ga je 72 %, v Griški jami 70 % in v Finkovi jami 24 %. V okviru peščene frakcije je delež karbonatnih zrn zelo nizek: Tentera 2 %, Finkova jama 24 % in Griška jama 6–9 %. Zelo visok je delež kremenovih zrn.

Kljub velikim akumulacijam aluvialnih sedimentov v ponornih jamah v vzhodju Male gore ni opaziti, da bi to gradivo votline zasipavalo, ampak kaže, da se votline danes praznijo. Na kraških poljih in v depresijah širše okolice obravnavanega ozemlja so ostanki obsežnih aluvialnih akumulacij iz pleistocena. V pleistocenskih klimatskih pogojih je aluvialno nasipavanje prevladovalo nad kraškim izvotljevanjem, vode so z aluvijem zasipavale dna kraških polj, vključno ponore, in prevladoval je proces splošnega zatrpavanja krasa (Melik 1955, 46; Melik 1959, 426; Šifrer 1967, 285–186).

Tej fazi zasipavanja najbrž pripadajo tudi ostanki sedimenta, nalepljeni po stenah in celo po stropu Griške jame med točkama 20–23 (Arhiv IZRK). Po legi teh ostankov lahko sklepamo, da je bil na teh mestih rov zasut skoraj ali pa prav do stropa. Zasip sestavlja prod z deloma apnenčevimi (lokalnega izvora), predvsem pa peščenjakovimi, boksitnimi in kremenovimi prodniki, precej zaobljenimi. Vezivo teh ostankov sestavlja glina, prepojena s kalcitno sigo. Tudi v glavnem rovu Vratnice smo naleteli na ostanke le rahlo zlepljenega prodnega zasipa, ki je podobno sestavljen, kot recentni aluvijalni nanos potoka Predvratnice (prevlada peščenjakovih prodnikov), okoli 2 m nad današnjim dnem glavnega rova. Prečni profili tega rova kažejo na postopno poglobljanje, morfologija jamskih sten in stropa, predvsem drobne anastomoze in stropni kanal, govore za nekdanji višji nivo nanosa. To je dokaz, da je v holocenu prišlo do praznjenja predhodno z aluvialnim nanosom za polnjenih jamskih rogov.

Po Renaultjevi (1970, 66–68) teoriji naj bi taki jamski rovi nastali kot paragenetski rovi v zaliti kraški coni in je ostanek proda pod stropom dokaz zadnje faze paragenetskega razvoja. Z zniževanjem erozijske baze v okolici se je nivo zalite cone zniževal, jama je prešla v »gravitacijsko fazo« – skozi jo je tekel prosti gravitacijski tok – in v pretežni meri odnesel sedimente.

Tudi pomanjkanje sige, ponekod sicer je in se tudi danes še odlaga, vendar so njene količine zelo majhne, kaže na prevlado evakuacijskih procesov nad akumulacijskimi.

3.7. IZVIRNE VOTLINE IN KRAŠKI IZVIRI

Kakor se na jugozahodnem vzhodju Male gore vrstijo v dolgem pasu ponori in ponorne jame, tako se na nasprotni strani, na severovzhodnem vzhodju, vrstijo kraški izviri in iz-

virne kraške jame. Po klasifikaciji, uporabljeni že za ponorne votline, so na dobrepoljski strani Male gore naslednji tipi vodnih votlin in izvirov:

1. jama – stalni izvir: Žovkno,
2. jama – občasni izvir: Zelenka,
3. jama – občasni izvir ob stalnem toku: Podpeška jama, Dolenja jama, Potiskavška jama,
4. jama s stalnim tokom (vhod neaktiven): Pokrito brezno,
5. stalni kraški izvir (neprehoden): Pri koritu,
6. občasni kraški izvir (neprehoden): Puhavka.

Največje med omenjenimi jamami so jame – občasni izviri ob stalnem toku, dolge med 113–300 m. Razporejene so v vznožju Male gore na dolžini 7 km, v nadmorski višini 440 m (Podpeška jama), 425 m (Kompoljska jama) in 423 m (Potiskavška jama). V vseh treh je stalna vodna gladina oziroma gladina stalnega podzemeljskega toka okoli 7 m pod jam-skim vhodom oziroma 7 m pod nivojem dna Dobrepolja.

Čeprav so po dimenzijah in po drobni oblikovanosti te tri jame med seboj različne, imajo skupne splošne funkcijske značilnosti. Danes dostopni deli teh jam so stranski rovi – prelivni kanali za visoke vode. V Podpeški jami ima tako prelivno funkcijo le Vhodni rov, notranji vodni rov in zadnji del Babic (Biološki rov) pa pripadata aktivnim vodnim kanalom, po katerih stalno teče voda (slika 8). K aktivnim vodnim kanalom sodi tudi notranji, še ne do konca raziskani, del Potiskavške jame in končna razpoka, stalno zalita z vodo, v Dolenji jami



Sl. 8. Rov nad jezom v Podpeški jami

Fig. 8. Channel upstream the dam in Podpeška jama

Razmeroma dolgi odseki navedenih rovov imajo celoten profil v živi skali, brez sedimentov, in kažejo na prevladovanje korozijskih oziroma erozijskih procesov. Pretežno korozijsko preoblikovanje kažejo do 50 m dolgi odseki rovov v Potiskavski jami (K r a n j c 1976 a) in Kompoljski jami. Znaki močnega erozijskega preoblikovanja pa so prek 1 m veliki in do 0,5 m globoki erozijski lonci v strugi Biča v Podpeški jami (sl. 9), v katerih so zelo dobro zaobljeni kremenovi prodniki.

Na splošno je veljalo, da kraški izviri ne nanašajo sedimentov, v kolikor jih pa, gre le za majhne količine in zelo drobnnozrnato gradivo. Tako pravi M e l i k (1963, 123), da morajo biti prav posebno ugodni pogoji v podolžnem prerezu pretoka, da kraške vode pripadajo na dan tudi kaj prod ali peska.

Taki ugodni pogoji za nanašanje sedimentov so ravno v podzemlju Male gore. Pred omenjenimi izvirnimi jamami so prodno-peščeni nanosi, ki jih voda prinaša iz podzemlja.

Najbolj grob sediment prenaša potok Bič v Podpeški jami. Poprečna velikost prodnikov je 20 mm, največji primerki pa merijo tudi do 54 mm (kremen) oziroma 52 mm (peščenjak) v daljši osi. V poprečnem vzorcu prod je 36 % prodnikov lokalnega izvora (apnenec in siga). Izmed alohtonih prodnikov so zastopani kremenovi (52 %) in peščenjakovi prodniki (11 %), ki jih voda prinaša iz okolice Ortneka.

Pesek v Podpeški jami ima različno granulometrijsko sestavo: v strugi Biča je najbolj grob ($Md = 1,1$ mm), najbolj droben pa je na kocu Babic in v pritočnem sifonu Biča. Osnovne značilnosti peska iz Podpeške jame in drugih izvirnih jam v vznožju Male gore podaja tabela 7, za primerjavo pa so v tabeli 8 prikazane značilnosti vzorcev peska iz ponornih jam na jugozahodni strani Male gore, odkoder ga voda nanaša v omenjene izvorne jame.

Voda, ki bruha iz Dolenje (Kompoljske) jame nanaša malo drobnega proda (pod 10 mm) – 23,5 % celotnega sedimenta. Sestavljen je takorekoč izključno le iz kremenovih zrn. Največji delež fluvialnega nanosa predstavlja pesek. Prevladuje grobi pesek (nad 0,2 mm) – 93 %. Ta pesek in droben kremenov prod sestavljata neke vrste vršaj pred jamskim vhom, s premerom okoli 30 m. Glede na to, da predstavlja jamski vhod Dolenje jame ob poplavi sifon z najmanj 7 m vzpona, si lahko predstavljamo, kakšna je vodna hitrost oziroma kakšen hidravlični pritisk mora vladati v zaledju, da nanaša tak sediment. Po H j u l s t r ö m o v e m diagramu (S c h e i d e g g e r 1961, 135) je za transport 1 cm velikih prodnikov potrebna hitrost vode najmanj 0,7 m/sek. Kjer hitrost vodnega toka pade, se odlaga sediment, kar je lepo videti v vhodnem rovu, kjer so prave sipine peska in drobnega proda za skalnimi bloki, vendar na njihovi zgornji in ne spodnji strani.

Tabela 7. Značilnosti vzorcev peska iz izvirnih jam ($Md = v$ mm)

Lokacija	Md	So	Sk	% karbonatov
Podpeška jama – Bič	1,10	2,42	0,81	33
Podp. jama – vhod v Biol. rov	1,00	2,30	0,65	52
Podpeška jama – sifon	0,16	1,55	0,80	25
Podpeška jama – Biološki rov	0,13	1,22	1,08	33
Puhavka	0,23	1,41	1,00	34
Kompoljska jama	1,10	1,65	1,10	7
Potiskavska jama – notranj.	0,63	1,46	0,85	4
Potiskavska jama – vhod	0,29	1,42	1,10	6
Zelenka	0,49	1,75	0,87	3

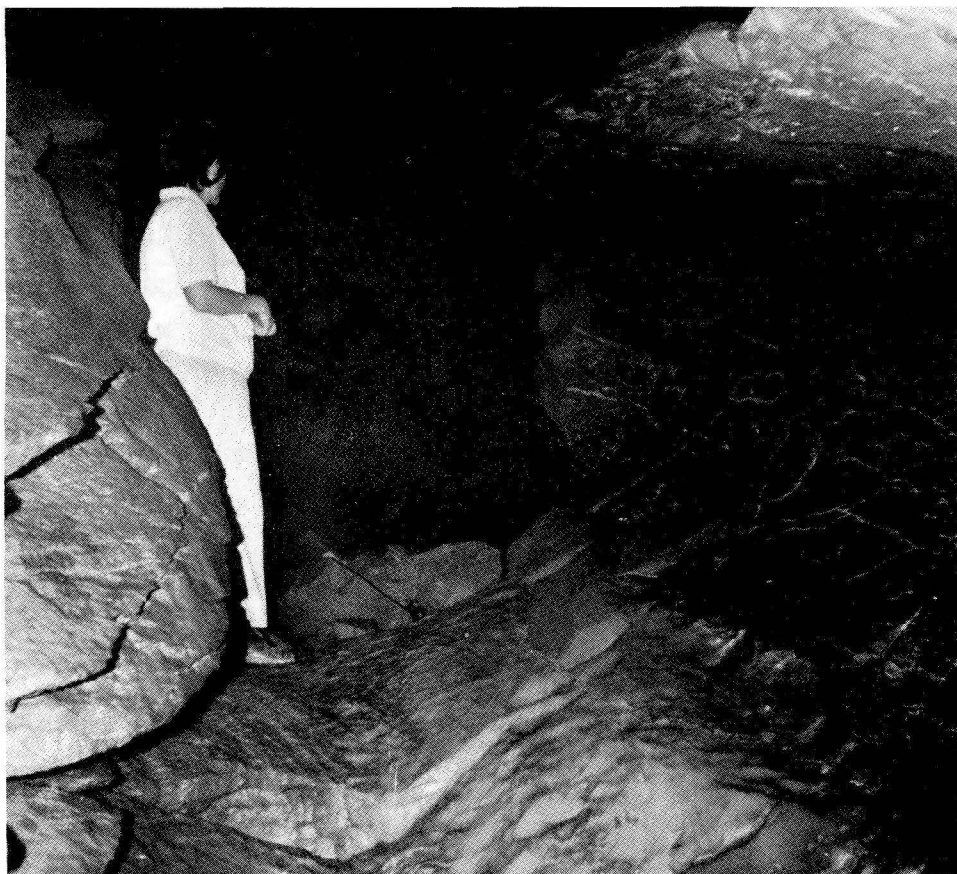
Md = mediana

So = sortiranost ($\frac{Q_3}{Q_1}$)

Sk = koeficient asimetričnosti $\frac{Q_1 \cdot Q_3}{Md^2}$

Tabela 8. Značilnosti vzorcev peska iz ponornih jam in ponorov ($Md = v\text{ mm}$)

Lokacija	Md	So	Sk	% karbonatov
Finkova jama 2	1,10	2,15	1,03	4
Tentera (1)	2,20	2,16	0,54	2
Tentera (2)	2,10	2,52	0,44	2
Griška jama – vhodni rov (1)	1,80	2,10	0,76	6
Griška jama – vhodni rov (2)	0,80	1,68	1,09	9
Griška jama – razpotje	3,00	2,13	0,61	8
ponor Ločice	1,55	2,49	0,65	5
ponor Tržišnice	2,20	1,93	0,76	36
ponor Bistrice (jez)	1,45	1,67	1,07	52
ponor Ribnice	0,47	1,85	0,27	52



Sl. 9. Erozijski lonci v strugi Biča (Podpeška jama)

Fig. 9. Rock mills in the Bič bed (Podpeška jama)

Sediment v vhodnem delu Potiskavške jame in Zelenke, ki jo v tem primeru štejem za drugi vhod Potiskavške jame, je še bolj drobnnozrnat kot v Podpeški ali Kompoljski jami ($Md \approx 0,29$ oziroma $0,63$ mm). Pred vhomom v Potiskavško jamo je tudi nekaj večjih apnenčevih prodnikov, slabo zaobljenih in nezglajenih, ki so nastali v vhodnem rovu jame.

Majhen delež karbonatnih zrn v pesku iz Kompoljske in Potiskavške jame z Zelenko, 3–7 %, kaže na oddaljen izvor pretežnega dela sedimenta, od onstran Male gore.

Iz navedenih podatkov se lepo vidi, da tako povprečna kot maksimalna velikost sedimenta pada od Podpeške jame proti Potiskavški jami. Ponekod je neposreden vzrok spremembe v granulaciji sprememba hitrosti vodnega toka, vendar je tudi ta v glavnem odvisna od oblike in poteka rova. Ponekod pa sta ta dva parametra na videz neodvisna drug od drugega: v vhodnih rovih Potiskavške jame doseže voda verjetno precej večje hitrosti, kot v vhodnih rovih Kompoljske jame, a nosi prva bolj drobnnozrnat, druga pa bolj grob sediment. Tudi sediment, ki ga nanaša Puhavka, je zelo drobnnozrnat in obenem zelo dobro sortiran.

K različni granulometriji omenjenih sedimentov lahko prispevajo svoje tudi različni strmci med ponornimi in izvirnimi jamami – na odsekih z večjimi strmci lahko pričakujemo bolj grobi sediment in obratno (tab. 9).

Tabela 9. Navidezni strmci med ponori in izviri

Ponor	Izvir	Zračna razdalja	Višinska razlika	Strmec v ‰
Rašica (Ponikve)	Šica	6,5	130	20,0
Cereja	Podpeška jama	3,8	78	20,5
Sroboški potok	Podpeška jama	3,3	105	32,0
Potok pod D. Retjem	Podpeška jama	3,0	130	43,4
Potok pod G. Retjem	Podpeška jama	3,1	130	42,0
Ločica	Podpeška jama	3,2	130	40,6
Potok	Podpeška jama	3,1	130	42,0
Finkova jama 2	Podpeška jama	3,0	116	38,6
Tentera	Kompoljska jama	4,2	75	17,8
Griška jama	Potiskavška j.	4,7	77	16,4
Vratnica	izvir Peči	0,9	30	33,4

Zračna razdalja = v km, višinska razlika = v m

Glavni rov Podpeške jame je najlepši dokaz za sodelovanje procesov korozije in erozije v izvotljevanju podzemlja v Mali gori: strop je v drobnem močno korozijsko razjeden, po stenah so fasete, v dnu rova pa je erozijsko poglobljena struga potoka v živi skali, z velikimi erozijskimi lonci, v katerih so kremenovi prodniki.

3.8. SPREMEMBE V SEDIMENTIH MED PONORI IN IZVIRI

Erozijsko preoblikovanje jamskih rogov, ki ga opravlja vodni tok predvsem s pomočjo trdega tovara, obenem pa trenje oziroma delovanje posameznih zrn sedimenta drugo ob drugega, se odraža tudi v spremembi značilnosti sedimenta samega (tab. 10 in 11).

Tabela 10. Petrografska sestava prodnikov (v % števila prodnikov)

Lokacija	Kremen	Peščenjak	Karbonati	Ostalo	Skupaj
Ločica	68,0	26,0	0,7	5,3	100,0
Finkova jama 2	64,0	31,0	0,7	4,3	100,0
Podpeška jama	52,0	11,0	36,0	1,0	100,0

Sprememba se odraža v manjšanju deleža alohtonih prodnikov (kremen in peščenjak), narašča pa delež avtohtone komponente – karbonatni prodniki. Močan padec deleža prodnikov iz peščenjaka lahko pripišemo tudi slabi mehanski odpornosti te kamnine, saj ti prodniki razmeroma hitro razpadajo v pesek.

Tabela 11. *Sprememba v zaobljenosti prodnikov med Ločico in Podpeško jamo (v % števila prodnikov)*

Stopnja zaobljenosti	Ponor Ločice	Finkova jama 2	Podpeška jama
dobro zaobljeni	2,0	9,7	19,9
zaobljeni	12,0	20,7	29,5
polzaobljeni	44,7	40,7	23,6
suboglati	34,3	25,7	20,2
oglati	7,0	3,2	6,8

Stopnja zaobljenosti je določena po metodi Russel, Taylor, Pettijohn (Schneiderhöhn 1954).

Tabela 12. *Zaobljenost proda glede na petrografsko sestavo v Podpeški jami (v % števila prodnikov)*

Stopnja zaobljenosti	Kremen	Apnenec	Ca siga	Peščenjak	Boksit	Konglomerat
dobro zaobljeni	27,81	–	21,88	25,81	–	100,00
zaobljeni	38,41	–	53,13	22,58	100,0	–
polzaobljeni	26,49	17,81	21,88	29,03	–	–
suboglati	6,62	57,53	3,13	19,35	–	–
oglati	0,66	24,66	–	3,23	–	–

Stopnja zaobljenosti je določena po metodi Russel, Taylor, Pettijohn

Čim dlje proč od ponora opazujemo sediment, tem večja je stopnja zaobljenosti (tab. 11). Izjema je delež nezaobljenih (oglatih) kosov, kar si lahko razlagamo z večjim deležem avtohtonih kosov (tab. 12).

3.9. HIDROKEMIČNE LASTNOSTI VODA

Poleg jamskih oblik so tudi kemične lastnosti voda dokaz za korodiranje apnenca med ponori na jugozahodni in izviri na severovzhodni strani Male gore. Povprečne trdote voda, temperature, pH in zasičenost za vse glavne ponikalnice in kraške izvire prikazuje tab. 13. Podatki so dobljeni na podlagi lastnih meritev v obdobju 1975–76. Vendar ima ta tabela predvsem informativni in pregledni značaj, ker sem vzorce zajemal v neenakih časovnih presledkih in tudi število meritev ni enotno. Splošna slika, ki nam jo dajejo podatki s te tabele, se dobro ujemajo z navedbami v literaturi (Gams 1967).

Glede na stopnjo mineralizacije so na obravnavanem ozemlju zastopane skupine od neznatno mineraliziranih vod (pod 3°N) do močno mineraliziranih (12–20°N). Neznatno in malenkostno so mineralizirani manjši potoki, ki pritekajo s silikatnih kamnin in takoj po prestopu na karbonatne ponikajo (Potok pod Plano, Predvratnica in Rekarica). Podobni so potoki z malo mineralizirano vodo (Zajčjak, potok pod Finkovim in večja Tržiščica). Srednje mineralizirane vode imajo nekatere ponikalnice, predvsem večje in tiste, ki, preden ponikajo, tečejo še nekaj časa po karbonatnem svetu (Ločica, potoček pod Retjem, Ribnica). Sem pa sodi tudi voda dveh izvirnih jam – Podpeške in Potiskavške. Večje in dlje časa prek karbonatnih kamnin tekoče ponikalnice imajo močno mineralizirane vode (Rašica, Cereja, Bistrica, Beč). Sem pa sodijo tudi ostale izvirne jame in kraški izviri na severovzhodni strani Male gore (Kompoljska jama, Žovkno, Pri koritu).

V teh lastnostih ponikalnih potokov je najbrž tudi eden izmed vzrokov, da imajo relativno tako majhni vodotoki tako velike jame (Vratnica, Finkova jama 2, Tentera).

G a m s (1967, 35–36) je meril trdote ponikalnice Rašice med vasema Rašica in Ponikve in ni zasledil nobenih sprememb trdote, iz česar zaključuje, da reka na robnem apnenecu korozijsko ni več aktivna. Pri meritvah v obrobju Male gore sem večkrat dobil podobne rezultate (tab. 14).

Voda Ločice je bila že pred ponorom zasičena in torej ni bila več sposobna korodiranja. V okoli 1 km oddaljeni Finkovi jami 2 je imela voda malo višjo trdoto, v Podpeški jami pa še malo višjo. Vendar pa je bila voda vsakič tudi že prenasočena. Naraščala je le kalcijeva trdota (za 1,1°N), na njen račun tudi karbonatna in celokupna trdota, absolutno pa se je znižala magnezijeva trdota (za 0,8°N ali 15%). Pri tem moram opozoriti, da se v Podpeški jami steka voda iz najmanj treh ponornih tokov, ki ponikajo ločeno na jugozahodnem vznožju Male gore, z močno različnimi začetnimi trdotami. Obenem je temperatura vode od ponora do Finkove jame 2 padla. Tako je lahko korozijsko delovanje sicer zasičene vode posledica korozije mešanice (B ö g l i 1964) ali pa »globinska korozija«, kjer naj bi bil glavni dejavnik temperaturna razlika med površjem in kraškim podzemljem (R e n a u l t 1970, 99).

Številnejši so primeri, ko trdote voda jasno kažejo na korozijsko delovanje v podzemlju. Za primer navajam serijo meritev trdot potoka Predvratnice, od ponora prek »vodokazne« vrtače do izvira in vmesnega podzemeljskega pritoka. Na poti skozi podzemlje se kaže močna korozijska dejavnost vode, obenem pa presenečajo tudi nizke vrednosti v končnem izviru, v Puških pečinah, čeprav je podzemeljski tok dolg vsaj 1 km (tab. 15). Kljub porastu trdot je nasičenost povsod še zelo majhna. To si lahko razlagamo z nizkimi začetnimi trdotami, pa tudi s prisotnostjo Mg ionov, ki v določenih primerih pospešijo vodonosnost apnenca oziroma zvišajo mejo topnosti CaCO_3 (R e n a u l t 1970, 45).

Tabela 13. Kemične lastnosti voda v letih 1975–76 (povpreček, trdote v °N)

Lokacija	Celokupna trdota	Karbonatna trdota	Ca trdota	Mg trdota	°C	pH	Zasičenost v %
Rašica	14,0	13,8	7,2	6,8	8,2	7,6	76
Beč	15,5	15,0	8,8	6,8	12,8	7,3	69
Predvratnica	1,0	0,9	0,5	0,5	7,7	6,9	2
Cereja	14,6	14,2	7,5	7,2	8,2	7,4	66
Retje	10,9	10,6	6,3	4,6	12,3	7,5	52
Ločica	10,0	8,5	5,5	4,9	7,7	7,4	48
Potok	1,8	1,8	0,9	1,0	7,8	6,9	3
Finkovo	7,6	7,4	4,4	3,2	8,9	7,3	33
Tržišča	8,9	8,7	4,7	4,2	6,6	7,4	42
Ribnica	11,8	11,6	7,1	4,7	8,0	7,5	61
Bistrica	14,6	14,3	8,2	6,6	7,5	7,4	65
Zajčjak	7,7	7,5	4,0	3,7	6,8	7,0	20
Puške pečine	7,1	6,9	3,8	3,3	6,6	7,5	27
Podpeška jama	11,4	10,9	7,4	4,0	8,5	7,4	59
Pri koritu	12,2	11,9	6,3	5,9	7,9	7,7	53
Žovkno	12,2	11,6	6,4	5,8	8,3	7,5	54
Kompoljska jama	12,2	11,9	8,9	3,3	8,8	7,4	71
Potiskavska jama	11,6	11,0	10,4	1,2	7,9	7,2	51
Rekarica	3,4	2,5	2,3	1,0	10,8	7,1	34
Skupni povpreček	9,9	9,5	5,8	4,1	8,5	7,3	47

Tabela 14. *Kemične lastnosti vode med Ločico in Podpeško jamo 13. 5. 1976 (trdote v °N)*

Lokacija	Celokupna trdota	Karbonatna trdota	Ca trdota	Mg trdota	°C	pH	Zasičenost v %
Ločica	11,2	11,0	5,9	5,3	13,5	8,4	132
Finkova jama 2	11,5	11,3	6,5	5,0	10,3	8,1	101
Podpeška jama	11,6	11,2	7,0	4,5	8,8	8,1	101

Tabela 15. *Kemične lastnosti vode v sistemu Predvratnice, 15. 2. 1977 (trdote v °N)*

Lokacija	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ponor Predvratnice	8,2	4,1	1,3	1,3	0,9	0,4	3,5	0,2	3,3	94	15
ponor Vrbovca	7,4	5,7	0,8	0,8	0,4	0,3	3,5	0,1	3,7	97	3
pritok v Dvorani	7,5	4,4	1,2	1,4	0,6	0,6	4,2	0,1	4,1	98	4
sifon v Vratnici	8,3	4,4	1,7	2,0	1,0	0,7	7,7	0,15	7,5	98	18
Zajčjak (Šumnik)	7,5	6,0	5,7	6,4	3,1	2,6	14,3	0,5	13,8	97	21
Puške peči (izvir)	7,5	6,6	7,1	6,9	3,8	3,3	26,4	0,7	25,7	98	27
Sprememba med ponorom in izvirom	-0,7	+2,5	+5,8	+5,6	+2,9	+2,9	+22,9	+0,5	+22,4	+4	+12
1 = pH	7 = CO ₂ v mg/l										
2 = T°C	8 = ekviv. CO ₂ v mg/l										
3 = Celokupna trdota	9 = prebitni CO ₂ v mg/l										
4 = Karbonatna trdota	10 = prebitni CO ₂ v %										
5 = Ca trdota	11 = zasičenost v %										
6 = Mg trdota											

3.10. PODZEMELJSKE VODNE ZVEZE

Poznavanje podzemelskih vodnih zvez često, če že ne v krasoslovju pa vsaj v vodnem gospodarstvu, samo po sebi zadošča. V obravnavanem primeru so današnje podzemelske vodne zveze le eden izmed pripomočkov za ugotavljanje nekdanjih vodnih zvez in razvoja kraškega podzemlja.

Prebivalce je že od nekdaj zanimalo, kam izginjajo ponikalnice, kje priteka njihova voda zopet na dan. O tem so spletili razne pripovedi, od bajk in legend (G a m s 1955) prek ugibanj do raznih, na dokazih zgrajenih trditev. Kakor so na bližnjem Kočevskem polju ljudje že v prejšnjem stoletju pravilno domnevali, da teče Rinža pod zemljo v Bilpo (M a r t e l 1894, 464), česar strokovnjaki do uspešnega barvanja 1956 niso verjeli (Č a d e ž 1956), pa Dobrepoljci niso pravilno uganili za svoje, razmeroma blizu ležeče številne ponorne in izvirne jame. Morda je ravno ta majhna medsebojna oddaljenost ljudem logično narekovala misel o neposrednih povezavah. V 18. stol. so tukajšnji prebivalci menili, da teče Rašica od ponorov pri vasi Ponikve pod zemljo v Podpeško jamo, od tam pa dalje v Kompoljsko jamo (H a c q u e t 1778–1789, 165–166). Pač pa je ing. H r á s k ý, ki je v drugi polovici prejšnjega stol. izdelal načrte za regulacijo dolenskih kraških polj, že vedel za podzemeljsko zvezo Rašice in izvira Šice na Radenskem polju (K r a u s 1894, 152).

Speleološko-hidrološke preiskave obravnavanega ozemlja so se pričele takoj po ustanovitvi Društva za raziskovanje jam za Kranjsko (1910). Takrat se je dolenska sekcija društva posvetila raziskovanju vodnih jam in globokih brezen v Mali gori. Jamarji so hoteli prodreti do prečnih podzemelskih tokov proti Krki. S tem bi obenem dokazali obstoj sklenjenih kraških tokov ter dobili dokaz proti G r u n d o v i teoriji o kraški podtalnici (M i c h l e r 1949, 87; K u n a v e r 1913 in 1913 a).

Takrat so poleg speleoloških pričeli uporabljati tudi zgolj hidrološke metode. Po drugi vojni je z obravnavanega ozemlja zabeleženih nekaj pomembnejših akcij (raziskava Griške jame, Brezna pri Tobakovi hruški in odkopavanje Finkove jame 2), pogrešamo pa sistematičnih speleoloških raziskav, še posebej pa strokovnih hidroloških raziskav, povezanih s problematiko podzemeljskih vodnih zvez.

Raziskovalne metode, uporabljane za odkrivanje vodnih zvez v širši okolici Male gore, so bile zelo različne. Zgoraj sem že omenil ljudsko sklepanje, temelječe na golem opaževanju. Čeprav zmotno v detajlih, je bilo pravilno v prepričanju, da vode z Dobrepolja tečejo pod zemljo v Krko (Forster 1922, 7).

Drugi dokaz so bila slučajna sledila, s pomočjo katerih so ugotovili zvezo med Tentero in Kompoljsko jamo ter med Ločico (Podplanščico) in Podpeško jamo. V prvem primeru je bil dokaz izpraznitev ribnika pri Ortneku. Ribnik so izpraznili sredi poletne suše, da bi ga očistili. In nekaj ur po tem, ko so spustili vodo iz ribnika, je pričela bruhati Kompoljska jama in preplavila polja v okolici vhoda (Wagen 1914, 120–121). Ko so čistili strugo Ločice pred ponori, je iz Podpeške jame tekla kalna voda (Forster 1922, 16).

V zvezi z načrti za melioracijo kraških polj na Kranjskem so zasnovali tudi obsežen raziskovalni program, v okviru katerega naj bi preučili poplavni mehanizem na kraških poljih. Za ta preiskovanja so bile predvidene tudi moderne raziskovalne metode za ugotavljanje podzemeljskih vodnih zvez – barvanje ponikalnic. Ta metoda je bila na obravnavanem ozemlju tudi uporabljena, kot prvič na Kranjskem, leta 1912. To so bili šele začetki, pojavile so se še številne nejasnosti in tehnične težave, kar v nekaterih primerih zbuja dvome v sicer pozitivne rezultate (Šerko 1946). V omenjenem času so barvali Rašico, Tržiščico in Bič v Podpeški jami. V načrtih so bila predvidena še številna druga barvanja, a je nadaljnje raziskave prekinila vojna.

Med obema vojnama sta bila ponovna barvana potok Bič (Podpeška jama) in Rašica (Guzelj 1938), na novo pa Cereja in Bistrica (Šerko 1946). Uspelo je le barvanje Rašice.

Za barvanje ponikalnic v letih 1912–1934 so uporabljali uranin, fluorescein in fuksin ter mešanice in kombinacije vseh treh barvil.

V novejšem času so nekateri raziskovalci na obravnavanem ozemlju ugotavljali podzemeljske vodne zveze oziroma zaledje kraških izvirov s pomočjo sedimentov. Tako je za Kompoljsko jamo ugotovljeno, da so njeni sedimenti sestavljeni iz kamnin, ki grade nasprotno pobočje Male gore (Čadež 1962). Zaledje vode, ki teče skozi Podpeško jamo, je določeno le na podlagi sedimentov (Novak 1973). Sam sem s to metodo ugotovil nekaj vodnih zvez na obravnavanem ozemlju (Ločica – Finkova jama 2 – Podpeška jama).

Z območja Male gore so znane in potrjene sledeče vodne zveze:

1. Rašica iz ponorov pri vasi Ponikve teče v izvir Šice na Radenskem polju in dalje proti izvirom Krke;
2. potok Predvratnica ponika v jamo Vratnico, se pokaže na dan v vrtači Zajčjak kot Šumnik ter končno v izviru Peči, od koder teče površinsko v Rašico;
3. Ločica (Podplanščica), Potok (pod Plano) in potok pod Finkovim tečejo skozi Finkovo jamo 2 v Podpeško jamo;
4. Tržiščica ponika v Tentero in se pojavi zopet v Kompoljski jami;
5. Rakitnica teče iz ponora Žalna pod Malo goro v Tominčev studenec ob Krki.

Predvidene ali le delno dokazane in ne točno določene podzemeljske vodne zveze:

1. Potok Bič v Podpeški jami prihaja zopet na dan v izviru Šice na Radenskem polju ali v Šici pri Dvoru na Krki;
2. vode iz Kompoljske, Potiskavške jame in ponorov na Dobrepolju tečejo pod zemljo proti Krki;
3. voda iz Griške jame teče v Potiskavško jamo;
4. vode iz ponorov Ribnice in Bistrice tečejo podzemeljsko v Krko.

Razvodnica med porečjema Krke in Kolpe je ob nizkem vodnem stanju precej jasna. S severnega roba Kočevske Velike gore se spusti na niz vzpetin – humov med Ribniškim in Kočevskim poljem, poteka v vzdolžni osi po dnu kočevskega polja preko pliocenskega bazena in dalje prek Kočevske Male gore proti jugovzhodu (K r a n j c 1972).

Ob visokih vodah in poplavalah se položaj spremeni in zaplete. Razvodnica med Krko in Kolpo se na obsežnih predelih zabriše in prihaja do raztekanj – »vertikalnih bifurkacij«. Do takih bifurkacij pa prihaja še pogostejše med pritoki istega porečja (R u s 1921, 188). Del Bistrice teče po umetnem kanalu v Tentero in skozi Kopoljsko jamo proti Krki. Ostala voda teče v ponore pri Goriči vasi in iz njih pod zemljo proti Krki. Ob še višjem vodnem stanju pa teče Bistrica dalje površinsko kot Zadnja Rinža z Ribniškega na Kočevsko polje in od tam pod zemljo proti Kolpi. Do podobnih bifurkacij med pritoki Krke in Kolpe prihaja tudi pri Ribnici in Rakitnici. Podobno se dogaja z vodami Rašice, le da tam v okviru istega porečja: podzemelske vode tečejo iz ponorov pri Ponikvah na Radensko polje, od tam pa spet pod zemljo v izvire Krke, poplavna voda Rašice pa teče površinsko preko Dobrepolja in pod zemljo skozi Suho krajino v izvire ob srednji Krki.

Ob poplavalah se razteka voda tudi v podzemlju Male gore. Poplavne vode, ki priteko z Lašč in Slemen, tečejo pod Malo goro na dobrepoljsko stran, kjer pa ne izvirajo le tam, kot običajno, ampak se pojavijo tudi v novih izvirih. Taki izviri – puhavke – so do 1 km oddaljeni od najbližjih izvirnih jam. Da ne gre le za vode, ki se stekajo iz same Male gore, kažejo sedimenti: Puhavka pri Podgori nanaša droben pesek, v katerem je 66 % nekarbonatnih zrn, pretežno kremen, kar priča za izvor z ortneške strani.

Vse kaže, da se takrat, ko vodna gladina v izvirnih jamah na Dobrepolju naraste za 7 m in se voda prične razlivali prek polja, običajno bolj ali manj enotni tokovi skozi Malo goro na izvirni strani pahljačasto razširijo in prično delovati številni novi izviri na robu polja. Dokaz za to sta vhod Potiskavške jame in bližnja Zelenka, pa tudi med Podpeško jamo in Pokritim breznom izvira voda iz številnih razpok v strmeh, skalnatem pobočju v vasi.

4. POVRŠINSKE IN PODZEMELJSKE KRAŠKE OBLIKE

Kot osnovo za to poglavje sem skušal sestaviti geomorfološko-speleološko karto Ribniške Male gore. Pri sestavljanju sem se skušal držati napotkov Mednarodne geografske zveze (D e m e k 1972), čeprav v tem nisem vedno uspel. Predvsem je to bolj pregledna karta, saj ni napravljena na podlagi doslednega geomorfološkega kartiranja v podrobnostih. Na njej so veliko bolj podrobno obdelane kraške oblike in pojavi. Na karti so tudi vsi speleološki objekti, znani iz Male gore, vključno z njihovo klasifikacijo (T r i m m e l & A u d e t a t 1966, 75–125) (risba 5).

4.1. MAKRO-POVRŠINSKE OBLIKE

4.1.1. Vrhovi

Vrhovi nastopajo predvsem v dveh oblikah – kot najvišji deli posameznega hrbta ali pa kot osamljeni vrhovi. Osamljeni vrhovi se navadno dvigujejo neposredno iz uravnavega sveta ali pa so od drugih ločeni z izrazitejšimi suhimi dolinami.

K prvemu tipu vrhov sodijo najvišji vrhovi Male gore (Stene Sv. Ane – 964 m, Črni vrh – 955 m). Pogostejši so v jugovzhodnem delu obravnavanega ozemlja, kjer je sleme bolj enotno, manj razčlenjeno in se pobočja enakomerno dvigajo od vznožja do ovršja.

Osamljeni vrhovi so pogostejši na severozahodnem delu Male gore, kjer je relief bolj stopnjast in je delež uravnavev v primeri s pobočij precej večji, kot pa na jugovzhodni strani. Tipična primera takih vrhov sta Grmada (887 m) in Kamen vrh (783 m).

Relativna višina vrhov je razmeroma majhna. Za relativno višino obravnavanih vrhov štejem višinsko razliko med neposrednim vznožjem vrha samega ter vrhom in ne med vznožjem Male gore in vrhom. Ne glede na absolutno višino vrhov (566–964 m) so tako-rekoč vsi relativno visoki 20–80 m z izjemo Sten Sv. Ane, ki imajo 130 m relativne višine. To govori za določene izravnalne procese, ki so preoblikovali to ozemlje v preteklosti in ti podatki govorijo za planotasti značaj slemen Male gore.

4.1.2. Pobočja

Pobočja so po obsegu površja, ki ga zavzemajo, tista geomorfološka oblika, ki prevladuje. Razdelimo jih lahko na dve kategoriji: na poligenetsko-denudacijska, ki predstavljajo okoli 3/4 vseh, in v Richterjeva pobočja. Glede na smer, slabo razčlenjenost, enakomeren naklon in potek vzdolž prelomov, bi ta pobočja lahko imenovali kar pobočja ob prelomih, saj niso le tektonsko predisponirana, ampak je tektonika tudi neposredni vzrok njihovega nastanka in obenem glavni preoblikovalni dejavnik.

Poprečni nakloni pobočij, računani s karte 1 : 25 000 (VGI 1975 in VGI 1940) po metodi Kudrnowske (1965 in 1968) (risba 6) imajo enake vrednosti v pasovih, vzporednih s potekom slemenitve Male gore. Naklone sem razdelil v kategorije (Scholz 1972, 57–59; Kudrnowska 1972, 56–57), izmed katerih so zastopane od 0°0' – 0°30' do nad 15 – 25°. Kategorije z najmanjšim naklonom so le v okolici in vznožju Male gore, v sami Mali gori pa sta zastopani le kategoriji 5–15° in 15–25°. K prvi kategoriji (svet, ki ji pripada, ima povprečni naklon 10°50') sodi 74 %, k drugi (poprečni naklon celote 17°20') pa 26 % obravnavanega ozemlja. Pas z največjimi povprečnimi nakloni se ujema s tektonskim severovzhodnim pobočjem.

Realni nakloni poligenetskih pobočij so od 5–32°, tektonskih pa med 18–37°.

4.1.3. Aplanacijske površine

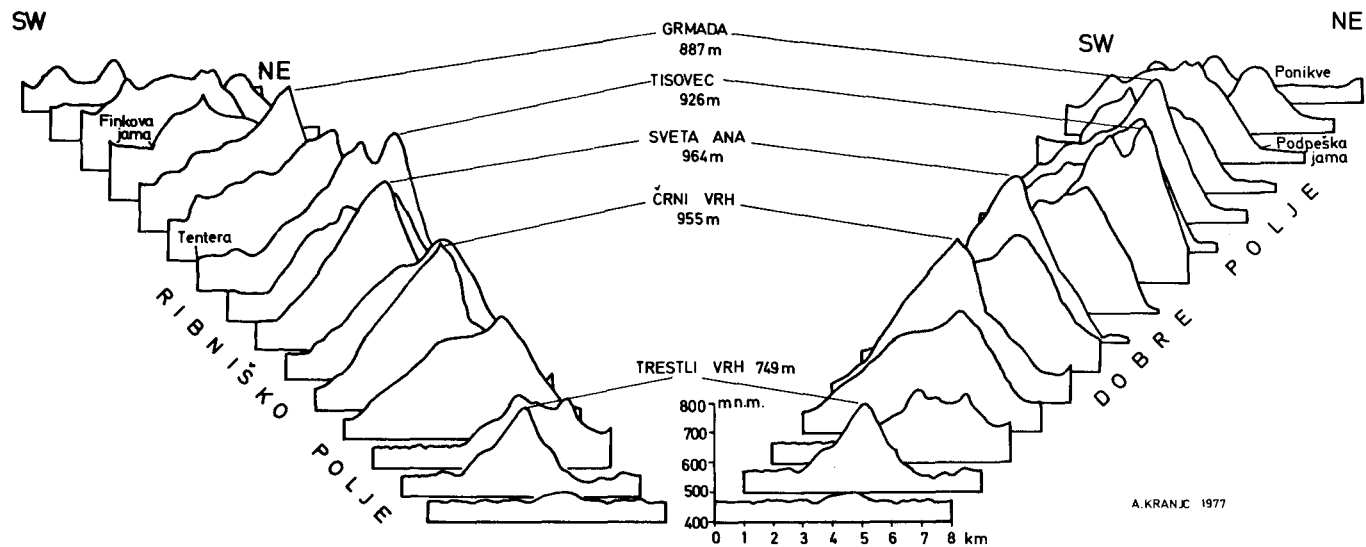
Aplanacijske površine so v sami Mali gori razmeroma nepomembne, medtem ko predstavljajo v okolici prevladujoče oblike. V Mali gori je več uravnjav v severozahodnem delu ozemlja, kjer se sleme stopnjema spušča proti dolini Rašice. Posamezne stopnje predstavljajo v veliki meri v grobem uravnane površine (v drobnem so močno kraško razgibane in razjedene), prehodi med posameznimi stopnjami pa so strma, enotna in izrazita pobočja.

V najnižji stopnji so ena največjih uravnjav Mrzle doline (okoli 550 m n.m.) in Videmski hrib (600 m). Srednjo stopnjo predstavlja uravnava, ki jo imenujem po Kamnem vrhu, v višini 710–720 m n.m. Ostali del Male gore predstavlja najvišjo stopnjo in v njenem sklopu je uravnjav v primeri s pobočji in vrhovi precej manj od onih na spodnjih stopnjah. Tako v naravi kot po karti jih zato težje zasledimo in tudi na modificirani krivulji (Sparks 1972, 304) se čisto ne pokažejo dovolj izrazito (risba 7).

4.1.4. Doline

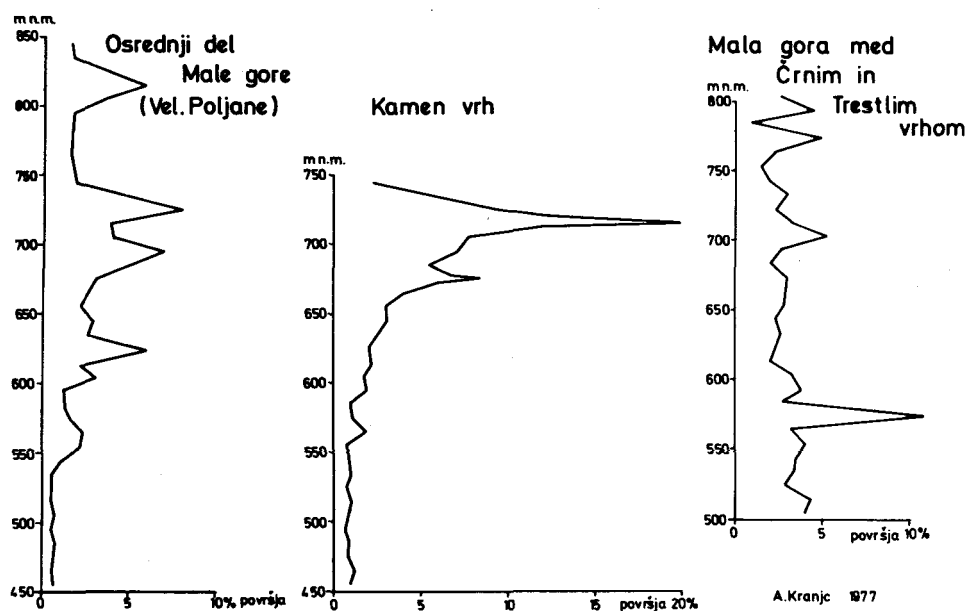
Doline so tiste, ki poleg kraških polj razmejujejo Malo goro od sosednjih ozemelj in jih je zato treba v določeni meri upoštevati, čeprav v sami Mali gori ni niti aktivnih dolin, niti večjih suhih dolin. Pri obravnavi dolin se pojavlja staro vprašanje, kam sodi pobočje, k dolini ali h gori.

Aktivne rečne doline omejujejo Malo goro na severozahodu in jugovzhodu (Rašica in Tržiščica), večje suhe doline pa na jugovzhodu in deloma tudi na severovzhodu.



Risba 6. Vrstni prerezi Male gore

Drawing 6. Cross-sections in line of Mala gora



Risba 7. Modificirane hipsografske krivulje

Drawing 7. Modified hypsographic curves

Glede hidrografske-morfoloških značilnosti je dolina Rašice pod vasjo Rašica slepa dolina, ki pa močnejše spominja na dolino alogene reke, le da je brez površinskega izliva. Še najboljše bi jo označili kot slepo dolino v nastajanju. Tudi Melik (1955, 18) meni, da je ponikva Rašice zelo mlada, glede na to, da je brez zatropa. Od vasi Rašica, kjer prestopi na karbonatne kamnine, teče reka do ponorov pri Ponikvah po lastnem nanosu. Prodna frakcija tega nanosa je pred ponori že takorekoč v celoti le iz raznih karbonatnih prodnikov – jurskega apnenca, dolomita in sige. Bočno pa je struga često vrezana v karbonatne kamnine. Kjer so stene rečnega korita v živi skali so pogosti manjši ponori. Pobočja nad strugo so vrezana v živo skalo in prekinjena s tremi terasami, prekritimi s pleistocenskim aluvialnim nanosom (Š i f r e r 1976, 300). Prava slepa dolina je le zadnji del aktivne struge pred ponori. Struga je tod vrezana v obširno živoskalno uravnavo do 9 m globoko. Od Ponikev do Dobropolja se nadaljuje široka suha dolina z dobro vidno strugo občasno tekoče vode.

Od vasi Rašica, kjer prestopi reka na karbonatne kamnine, do ponorov pri Ponikvah, ima 7,2‰ (27 m) padca na odseku, dolgem 3,75 km. Razpoke in majhni ponori v živi skali vzdolž struge, predvsem pa močno vrezovanje v živoskalno dno tik pred ponori pri Ponikvah, govorijo za danes prevladujoči proces: prestavljanje površinskega toka v podzemlje in s tem krajšanje površinskega toka in spreminjanje današnje aktivne doline v suho. Tudi S a v n i k (1971, 116) posredno nakazuje ta proces, ko pravi, da so mline na Rašici pri Ponikvah opustili, ker je večina ponorov večji del leta suhih in se voda izgublja v podzemlje vedno više od tod.

Dolina Tržiščice ločuje Malo goro od Slemen na razdalji 6 km. Na tem, ob prelomih v dinarski smeri usmerjenem dolinskem odseku, pada dno za 7,9‰ (48 m). Dolina je močno asimetrična: na nekarbonatnih kamninah so enakomernejša in položnejša pobočja, v po-

bočju Male gore (tu prevladujejo dolomiti) so pobočja strmejša, v višini 620–600 m pa je dobro ohranjena terasa s padcem 10‰. Dolinsko dno je razmeroma široko in po njem meandrirajo potoki po lastnem nanosu. Le tam, kjer potok zapusti kontakt neprepustnih paleozojskih in prepustnih mezozojskih kamnin in se dolina v celoti zareže v permski peščenjak, dobi značaj grape in mestoma celo debri.

Suha dolina, ki deli Ribniško Malo goro od Kočevske Male gore, je le majhna, kratka dolina oziroma »dolinski zatok« (Simonič 1939, 18), ki povezuje živoskalno teraso Šahen na Kočevskem polju s podobno živoskalno uravnavo na drugi strani Male gore, z Mladico. Ta dolinski zatok ali bolje pretržje v slemenu Male gore ni dolg niti 1 km. Je pa izredno pomemben za ugotavljanje geomorfološkega razvoja obravnavanega ozemlja, saj predstavlja sled površinskega odtoka z Ribniško-kočevskega polja proti starološkemu podolju in dalje proti Suhi krajini. Voda je površinsko vsaj občasno odtekala skozi to pretržje še v pleistocenu (Šifrer 1970).

V povirju te suhe doline, od nekdanje vasi Mala gora do začetka na robu Mladice, danes ni vodnih tokov, vendar pa ta dolina še vedno včasih deluje kot aktivna dolina: »A da je enkrat tekla precej velik potok izpod Male gore skozi vas Polom in do pod Hinjski hrib, je gotovo, ker se njegova struga še popolnoma dobro pozna in ker še sedaj o neprestanem, štirinajstdnevem močnem deževju priteče v istomer močna voda. Ta teče čez župnijski vrt in čez Ogrado (v Polomu, opomba A.K.)« (Tomšič & Ivanc 1887, 76–77).

Ena največjih suhih dolin z obravnavanega ozemlja in okolice je dolina, ki razmejuje Malo goro od Suhe krajine in Roga proti severovzhodu. Razteza se od iznad Vrbovca do Dobrepolja pod Rapljevim. Podolžni prerez današnjega dne te doline je že precej razbit, vendar kaže splošni padec za 13‰ proti Strugam na Dobrepolju. Lokalne poglobitve dolinskega dna kažejo na precejšnjo starost, kakor tudi pomanjkanje sledov same struge. Lokalne, marsikje močne poglobitve kažejo na postopno razpadanje enotne doline in na postopen prehod površinskega toka v podzemlje. Taki poglobitvi sta nad Rapljevim in globel pod Kukovim (primerjaj ime Kukovo = »kukava«; Ljubič 1940, 230).

Prečni prerezi te suhe doline kažejo značilno dolino v obliki črke »V«. Ravnega dna ni, razen v spodnjem delu, tik pred iztekom v Dobrepolje. Na malogorski strani se kažejo živoskalne terase oziroma njihovi ostanki v različnih višinah.

4.2. MEZO-POVRŠINSKE OBLIKE

K mezo-reliefnim oblikam, na obravnavanem ozemlju so te takorekoč vse kraške oziroma »negativne oblike« (vrtače, suhe doline, zatrepi, fosilne slepe doline), sodijo le manjše površinske oblike.

4.2.1. Vrtača

Vrtača je najpogostejša in najznačilnejša površinska kraška oblika Male gore. Čeprav so vrtače dovolj velike, da pridejo do izraza na karti 1 : 25 000, sem izdelal posebno risbo 8, ki prikazuje gostoto vrtač – število vrtač na 1 km² ozemlja.

Gostota vrtač v Mali gori sami znaša v povprečju 44 vrtač/km², amplituda je od 2–120 vrtač/km². Površje, ki je na triadnih dolomitih, ima manjšo gostoto – v povprečju 24 vrtač/km².

Z vidika obravnave vrtač sem obrobno ozemlje Male gore razdelil na tri področja: uravnave in terase na apnencih, predvsem v okviru Ribniškega polja (Vrtače – primerjaj ime!) in Dobrepolja dolomitne uravnave najnižji deli kraških polj, ki jih prekriva aluvij.

Najmanjša gostota je na dolomitnem svetu – 17 vrtač/km². Malo večja je na delih kraških polj, prekritih z aluvijem – 19 vrtač/km², največja pa na apnenčevih terasah in uravninah, kjer je povpreček 113 vrtač/km², absolutne vrednosti pa dosežejo celo 211 vrtač/km² (Šahen v severozahodnem delu Kočevskega polja). Dokaz, da je tod vrtača res prevladujoča geomorfološka oblika, je ime terase, ki se vleče po severovzhodni strani Ribniško-kočevskega polja: na ribniški strani se imenuje Vrtače, na kočevski strani pa nosi pomensko enako ime – Šahen (Elze 1862, 65 in Melik 1959, 457).

Osnovni faktor, ki vpliva na razporeditev in gostoto vrtač je seveda petrografska zgradba ozemlja: na silikatnih kamninah vrtač ni, na dolomitih jih je malo, na apnencih, prekritih z aluvijem jih je že več, največ pa jih je na samih apnencih – povpreček za celotno obravnavano ozemlje (Mala gora z obrobjem) znaša 71 vrtač/km² (na 131 km²).

Velike razlike v gostoti vrtač so opazne tudi na svetu na apnencih in teh razlik si ni mogoče razlagati na podlagi petrografije. Skrajni jugovzhodni del Male gore je iz enakih krednih apnencev, kakor Šahen v neposrednem vznožju, a je v pobočju Male gore le 17 vrtač/km², v sosednjem kvadratu na ravnem Šahnu pa 58 vrtač/km².

Želchmann (1933, 13) povezuje razvoj in gostoto vrtač z naklonom površja, do podobnih rezultatov sem prišel tudi ob preučevanju Kočevskega polja (Kranjc 1972, 159). Primerjava karte gostote vrtač (risba 8) s karto poprečnih naklonov površja, nam soodvisnost teh dveh elementov na prvi pogled potrdi. Pasu največjih poprečnih naklonov (15–25°) na severovzhodnem tektonskem pobočju Male gore odgovarja pas z najmanjšimi poprečnimi gostotami vrtač (0–25 vrtač/km²). Področjem z najmanjšim poprečnim naklonom površja (0°30'–5°), upošteval sem le svet na apnencih, odgovarjajo področja z največjo gostoto – nad 150 vrtač/km².

Na podlagi diagrama (risba 9) izračunana regresijska premica in koeficient korelacije kažeta na močno ($k=0,7638$) soodvisnost med naklonom površja in gostoto vrtač. Za primer navajam vrednosti tega koeficienta tudi za druge vrste ozemlja, ne le na apnencih:

površje na apnencu	= – 0,7638
površje na apnencu, deloma prekritem z aluvijem	= – 0,3209
površje na dolomitu	= – 0,2236

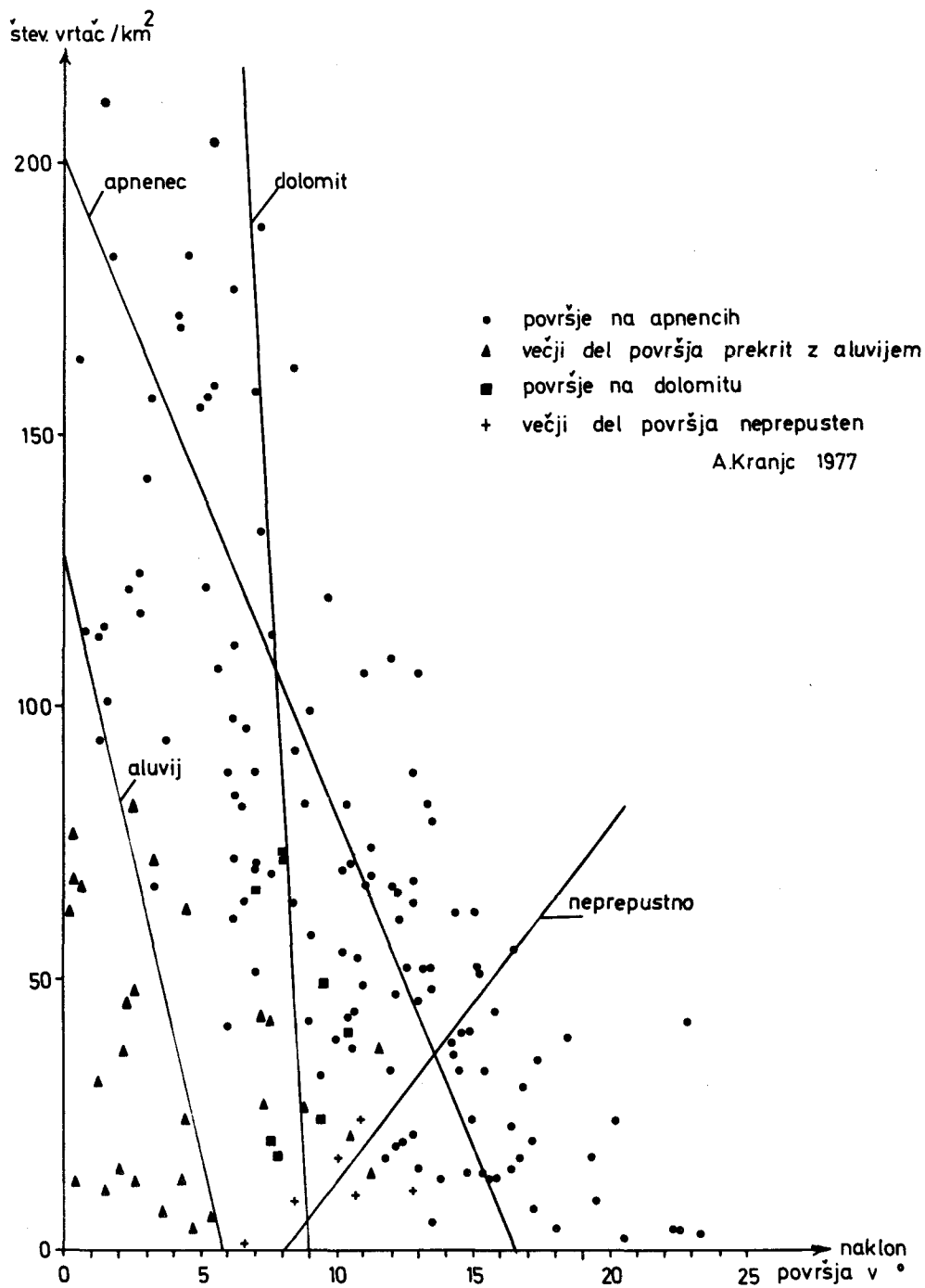
(koeficient prek – 0,75 pomeni dobro, prek – 0,50 pa le še sprejemljivo koleracijo).

4.2.2. Suhe doline

Večje suhe doline sem obravnaval že zgoraj in so le na obrobnem ozemlju Male gore oziroma jo ločujejo od sosednjih pokrajinskih enot. Sem sodijo le manjše suhe doline, grape in žlebovi. Takih oblik je precej, čeprav sta sicer njihov izvor in medsebojni odnosi včasih precej dvomljivi. V isto skupino sem jih dal predvsem zaradi podobnih oblik in njihovega skupnega pomena.

Če so vse te oblike res prave suhe doline, kar pomeni, da jih je v preteklosti izoblikoval površinski vodni tok, je v mnogih primerih težko reči, ne da bi vsako obliko posebej predhodno preučili. Lahko namreč gre za oblike z ravnim dnom, a tako visoko v ovršju Male gore, da je taka suha dolina le še torzo, ostanek suhe doline, če je kdaj sploh res tam obstajala. Nekatere oblike pa imajo tako strmo in neenakomerno dno, da je prav tako težko reči, ali gre res za pravo suho dolino.

Razločnejše oblikovane suhe doline so predvsem na spodnjih dveh stopnjah v severozahodnem koncu Male gore, kjer predstavljajo relativno mlajše oblike, kar je gotovo pripomoglo k boljši ohranitvi (risba 10).



Risba 9. Odnos med poprečnim naklonom površja in številom vrtač

Drawing 9. Relations between density of dolines and slope angle

4.2.3. Zatrepi in slepe doline

Zatrepi in slepe doline so tako po obliki kot tudi po izvoru podobni suhim dolinam. O recentnih, aktivnih, takih površinskih oblikah sem govoril v poglavju o hidrografiji in tu obravnavam le fosilne, neaktivne oblike. Z določanjem teh oblik so podobne težave, kot pri suhih dolinah: čim starejše so, to je, čim dlje časa so že brez svoje aktivne hidrografske funkcije oziroma čim dlje so oddaljene od današnjih vodnih tokov, tem bolj so jih že preoblikovali drugi eksogeni procesi in zato danes tem težje prepoznamo njihovo prvotno obliko oziroma funkcijo. Za razločevanje fosilnih zatrepnih dolin od fosilnih slepih dolin je često še najprimernejša kraška votlina, v kolikor je ohranjena – na obravnavanem ozemlju je namreč razmeroma lahko ugotoviti, ali je neka jama nekdanja ponorna ali pa izvirna votlina.

Glede na današnjo smer vodnega odtoka in glede na predvidevanja o razvoju Male gore lahko štejemo večino ali celo vse izmed takih oblik, ki so na jugozahodni strani Male gore, za fosilne slepe doline. Oblike na severovzhodni – dobropoljski strani pa lahko štejemo za fosilne zatrepe. Vendar je to le sklepanje, ki ni vedno potrjeno tudi z dokazi na terenu.

V bližini, neposrednem zaledju oziroma nad današnjimi aktivnimi ponori in izviri so često fosilne oblike, zatrepi in slepe doline, katerih nekdanjo funkcijo lahko določimo šele v primerjavi z današnjimi aktivnimi oblikami. Tipičen primer sta fosilni zatrep nad Podpeško jamo in fosilna slepa dolina nad zatokom, v katerega dnu danes ponika Tržiščica v Tentero in Griško jamo. Često je tudi dobro opazna povezava med fosilno slepo dolino in suho, neaktivno votlino, kakršen je primer manjše slepe doline na robu laške dolomitne uravnave in takoj za njo oziroma nad njo ležeče jame Bukovščice.

Kraške površinske mezo-oblike so torej predvsem pomembne kot pokazatelji današnjih in preteklih geomorfoloških procesov. Na podlagi njihovega preučevanja lahko sklepamo tudi na intenzivnost teh procesov, obenem pa nam pomagajo pri rekonstruiranju razvoja ozemlja. Veliko manj so te oblike same po sebi pomembne v fiziognomiji pokrajine, saj na splošno, izjema so vrtače, ne dajejo pečata pokrajini. Posebno vprašanje je, kako te oblike vplivajo na izrabo tal oziroma na človekovo gospodarstvo sploh. Čeprav to ne sodi v okvir mojih preučevanj naj opozorim, da obstajajo velike razlike v poseljenosti in izrabi tal med terasami na dolomitu nad Ortnekom (Velike Poljane – primerjaj ime!) in istimi terasami v apnencu. Še večje so razlike med zahodnimi pobočji spodnjega dela doline Tržiščice, ki so iz neprepustnih kamnin in med vzhodno ležečimi, na kraškem svetu.

Vendar pa je treba po drugi strani poudariti, da so na severozahodnem delu Male gore ravno suhe doline tiste, ki dajejo pokrajini značilen videz, stene slepe doline pod Finkovim so vidne že od daleč in dajejo pobočju prepadni videz.

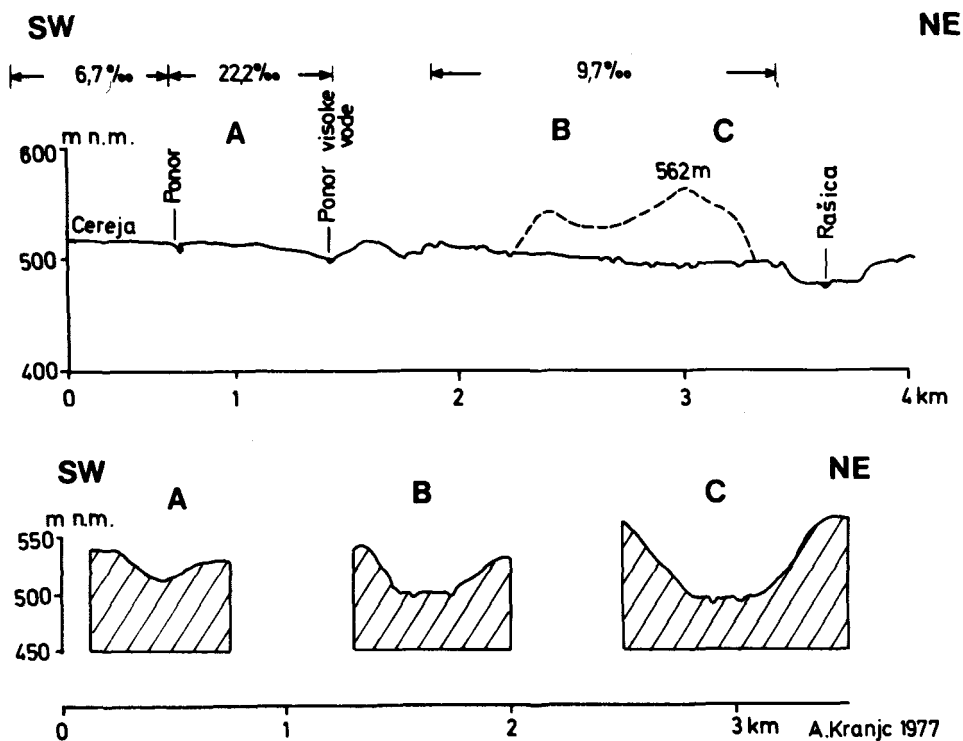
4.3. KRAŠKE VOTLINE

V obsegu tega dela je vsega skupaj upoštevanih 109 kraških votlin. Od tega jih je 80 (73 %) v sami Mali gori, ostalih 29 (27 %) pa je v njenem neposrednem sosledstvu, ki ga je tudi v tem primeru potrebno v določeni meri upoštevati.

4.3.1. Pregled kraških votlin

Čeprav so določeni tipi votlin že posebej obdelani v ustreznih poglavjih, še enkrat navajam celoten pregled votlin v Ribniški Mali gori (tab. 16).

Že na prvi pogled je opazna absolutna prevlada suhih (v hidrološko-funkcionalnem pogledu neaktivnih, fosilnih) votlin nad vodnimi (aktivnimi), saj je razmerje v procentih 91 : 9. Od brezen so zastopana samo suha brezna in ta predstavljajo prek polovico vseh votlin.



Risba 10. Suha dolina Cereje

Drawing 10. Cereja's dry valley

V skupini suhih votlin pa je delež brezen 58 %. Če pa upoštevamo votline glede velikosti, upoštevamo torej dolžino rogov, se zgornje razmerje precej spremeni. Še vedno sicer močno prevladujejo fosilni (suhi) rovi (71 %) nad aktivnimi (29 %), vendar niso več na prvem mestu suha brezna, ampak suhe jame. To pomeni, da med speleološkimi oblikami v Mali gori prevladujejo suhi, bolj ali manj vodoravno usmerjeni jamski rovi.

Tabela 16. Pregled votlin v Mali gori

Tip votline	Število	%	m rogov	%
jama – izvir	5	6,3	581	15,1
jama – ponor	1	1,3	500	13,0
Jama s tokom v notranjosti (vhod neaktiven)	1	1,3	35	0,9
Suha jama	31	38,6	1.718	44,6
Suho brezno	42	52,5	1.015	26,4
Skupaj	80	100,0	3.849	100,0

Tabela 17. Pregled votlin v neposrednem obrobju Male gore

Tip votline	Število	%	m rogov	%
Jama – ponor	8	27,5	1.355	51,3
Brezno – ponor	3	10,4	41	1,5
Jama s tokom v notranjosti (vhod neaktiven)	1	3,4	589	22,3
Suha jama	11	37,9	566	21,5
Suho brezno	6	20,8	90	3,4
Skupaj	29	100,0	2.621	100,0

V ilustracijo navajam tudi podatke za votline v obrobju Male gore (tab. 17). Vse te votline so na kraških uravninah, bodisi na živoskalni terasi Ribniškega polja ali Dobrepolja, bodisi v uravnavi okoli Ponikev ali pa na dolomitni uravnavi laške pokrajine. Slika je močno različna od tiste, ki nam jo kaže tabela 16. Razmerje med neaktivnimi in aktivnimi votlinami je le še 59 : 41 %. Absolutno prevladujejo suhe jame (38 %) in ne več brezna. Če upoštevamo le suhe votline, vidimo, da je jam 65 %, brezen pa le 35 %. Z upoštevanjem dolžine rogov, se slika še bolj spremeni: aktivni vodni rovi absolutno prevladujejo (75 %), delež suhih vodoravnih rogov je 25 %, delež rogov, ki jih obsegajo suha brezna pa je le še 3 %.

Če primerjamo jamske rove same (horizontalni in vertikalni rovi v ožjem smislu in jamske dvorane so osnovni elementi kraških votlin; Renault 1970, 63–65), vidimo, da v obeh primerih prevladujejo vodoravni odseki nad navpičnimi. Vendar delež vodoravnih rogov z večanjem nadmorske višine oziroma starostjo votlin pada. V obrobju Male gore, kjer je 41 % aktivnih votlin, je med rovi 95 % vodoravnih, v sami Mali gori pa, kjer je delež aktivnih votlin 9 %, je 74 % vodoravnih rogov. Poleg površinskih morfoloških oblik je ravno ta kriterij tudi zelo pomemben za ugotavljanje razvoja zakrasevanja.

Že sam delež vodoravnih rogov kaže, da je ta oblika najpomembnejša pri preučevanju razvoja, po drugi strani pa že sama funkcija brezen zmanjšuje njihov pomen kot pokazateljev pri ugotavljanju podzemeljskega zakrasevanja. Funkcija večine brezen je namreč vertikalno pretakanje lokalne vode, ki z ozemlja v neposredni okolici brezna prodira v vertikalni smeri proti horizontalnim podzemskim tokovom globlje v notranjosti kraškega masiva. Brezna so le vezni člen med površjem in horizontalno podzemeljsko vodno cirkulacijo. V večini primerov so plitve podpovršinske oblike in pripadajo absorpcijski kraški zoni (Renault 1976, 197). Čeprav nastajajo brezna tudi globlje v notranjosti kraške mase (Maucci 1951–52; Pohl 1955), človeku niso dostopna, dokler se ne odpro na površje in jih prej torej ni mogoče upoštevati.

Za pretočni (Habich 1969) oziroma kontaktni (Gams 1973, 17) kras je značilna predvsem horizontalna vodna cirkulacija in se zato malo dlje mudim pri obravnavi vodoravnih jamskih rogov v Mali gori.

4.3.2. Višinska razporeditev jamskih rogov

Enaintrideset suhih jam v Mali gori skupaj obsega 1.718 m rogov. Diagram višinske razporeditve teh rogov v primerjavi z višinsko razporeditvijo vodnih rogov kaže presenetljivo podobnost, seveda z višinsko razmaknjenostjo in razlikami v vrednostih. Današnje vodne jame so razvite v štirih višinskih pasovih, ki so med seboj ločeni z vrzeli brez jamskih rogov. Poleg tistih nivojev s suhimi jamami, ki bi odgovarjali današnjim vodnim jamam, le da so v večji nadmorski višini (starejša stopnja v razvoju), so še više v Mali gori ohranjeni suhi jamski rovi v več nivojih, ki jih ni mogoče vzporejati z današnjimi vodnimi jamami. Ti rovi so v višinah 590–610, 630–640, 650–660 in 680–690 m n.m.

Iz tega bi lahko zaključili, da so tisti štirje nivoji suhih jamskih rogov, ki jih lahko primerjamo z današnjimi vodnimi rovi, neposredna predhodna stopnja v razvoju podzemeljskega odtoka skozi Malo goro. Bili naj bi iz časa, ko so bile razmere močno podobne današnjim: ista smer odtoka, ista splošna razmestitev jam in podzemeljskih tokov, le da je bil nivo teh tokov 30–40 m više od današnjih. Taki situaciji je moralo ustrezati tudi relativno višje površje v okolici Male gore, vsaj na ponorni, če že ne tudi na izvirni strani.

Tudi iz primerjave med uravnanimi površinami v sklopu Male gore in nivoji jamskih rogov je mogoče napraviti določene pozitivne zaključke. Tako je npr. najvišja in razmera obsežna uravnava v višini nekaj nad 700 m, nekaj pod 700 m n.m. pa je ohranjen prvi, najvišji nivo suhih jamskih rogov.

4.3.3. Strmci jamskih rogov

Za preizkus odvisnosti oziroma nekdanje povezanosti med današnjimi suhimi jamami na ribniški z onimi na dobrepoljski strani, lahko pregledamo tudi navidezne strmce današnjih in nekdanjih, domnevnih, podzemeljskih tokov. V kolikor se namreč izkaže, da so suhi jamski rovi nad današnjimi ponornimi jamami nekdanje ponorne jame, nad izvirnimi jamami pa nekdanje izvirne jame, potem bi morali biti tudi navidezni strmci med njimi približno enaki današnjim oziroma vsaj drug do drugega v določenih podobnih odnosih.

Današnji podzemeljski tokovi, ki odtekajo pod Malo goro, imajo poprečni navidezni strmec 31,3 ‰, najmanjši je med Griško in Potiskavsko jamo (16,4 ‰), največji pa med potočkom pod Doljnimi Retjami in Podpeško jamo (43,4 ‰).

Med suhimi jamami – domnevnimi nekdanjimi ponori in ustreznimi izviri – je poprečni strmec 30 ‰. Najmanjši strmec je med Taboriščem in Želkočo jamo (5,7 ‰), največji pa med Žiglovico in Podtaborsko jamo (51 ‰). In ravno za ta dva ekstrema je po drugi strani najmanj dokazov za to, da bi bile našete jame nekdanj med seboj povezane ponorne in izvirne jame. Seveda obstajajo tudi alternativne rešitve (tab. 18).

Tabela 18. Navidezni strmci med suhimi jamami na ribniški in dobrepoljski strani Male gore (v ‰)

Ribniška stran	Dobrepoljska stran	Zračna razdalja v km	Višinska razlika v m	Navidezni strmec v ‰
Bukovščica	Jama pod krajem	2,7	25	9,3
Pri jamicah II	Kraljiček	2,9	42	14,5
Pri jamicah III	Jama pod krajem	3,0	75	25,0
Biserka	Tatrc	3,1	132	42,5
Petkov skedenj	Tatrc	3,2	122	38,0
Živinska jama	Tatrc	3,5	97	28,0
Praznična jama	Gozdarjev dom	2,9	130	45,0
Žiglovica	Želkoča jama	2,0	81	40,5
Žiglovica	Kavčja jama	2,2	106	48,0
Žiglovica	Podtaborska jama	2,3	118	51,0
Francetova jama	Želkoča jama	2,8	88	31,5
Francetova jama	Kavčja jama	2,8	113	40,5
Francetova jama	Podtaborska jama	2,9	125	43,0
Taborišče	Želkoča jama	3,5	20	5,7
Taborišče	Kavčja jama	3,5	45	18,0
Taborišče	Podtaborska jama	3,6	57	15,8
Mivčja jama	Podtaborska jama	3,6	57	15,8
Polhova jama	Knežja jama	1,3	34	26,0

Seveda pa višinska razporeditev suhih jam in predvideni strmci med njimi še niso dokaz za nekdanjo funkcionalno povezanost. Pač pa je to lahko eden izmed členov v verigi spoznanj. Z navedenimi podatki je najbolje primerjati rezultate, dobljene na podlagi jamske morfologije. Kajti prav iz jamske morfologije je često mogoče ugotoviti nekdanjo hidrološko funkcijo danes suhe jame.

4.3.4. Oblikovanost jamskih rogov (speleomorfologija)

Pri takšnem preučevanju jamske morfologije, katerega cilj je ugotavljanje nekdanje hidrološke funkcije, sta najpomembnejša oblika jame in njena velikost (v praksi se v tem primeru omejimo na tloris, vzdolžni in prečne prereze), obenem pa tudi drobna oblikovanost jamskih sten, stropa in tal. Oblikovanost in usmerjenost »osnovnih speleoloških elementov« (rov, brezno in dvorana) kažejo predvsem na odnos med strukturo ozemlja in vodnim tokom. Oblike jamskih sten in stropa, često tudi tal, pa kažejo na procese, ki so jih oblikovali oziroma preoblikovali.

Pri preučevanju votline kot celote moramo predvsem upoštevati razvoj površja v odnosu do votline in velikost oziroma dostopnost jamskih rogov za človeka. S tem, da je danes votlina odprta na površje in da je njen strop le tanka plast kamnin, nikakor ni rečeno, da je jama tudi nastala v takih pogojih.

Dostopnost oziroma odprtost votline je eden izmed bistvenih faktorjev, čeprav je izrazito subjektiven. Tako je bila Griška jama ob odkritju le majhna suha (fossilna) jama. Šele ko je raziskovalcem uspelo prodreti mimo sigove kope, ki je skoraj v celoti zapirala rov, so spoznali, da je jama splet kanalov, ki vodijo proti robu terase Vrtače in se skozi nje pretaka ponorna voda Bistrice.

Ena izmed prvih nalog pri preučevanju jamskega tlorisa je ugotavljanje cone, v kateri je jama nastala (v pobočni ali v globoki coni) (Renault 1970, 87–88). Na podlagi tlorisa, lege in položaja jamskih rogov lahko sklepamo le za štiri jame z obravnavanega območja, da so nekdanji ponori, nastali v pobočni oziroma zbirni (absorpcijski) coni. To sta Koblarska in Polhova jama v jugovzhodnem delu Male gore in Konjščica ter Kostna jama tik za robom laške dolomitne uravnave.

V Kevdercu pri Vančevi jami in v Vančevi jami sami, ki ležita v pobočju Male gore nad prehodom z Ribniškega na Kočevsko polje, imajo nekateri deli rogov ohranjene značilne oblike prečnih prerezov: okrogel, v celoti v živi skali ohranjen »eforacijski« profil in pravičen obok. V obeh jamah so po stenah ohranjene fasete, ki kažejo nekdanjo smer vodnega toka – proti notranjosti jame in Male gore. Tudi »prodniki« iz kalcificirane gline, nalepljeni na jamske stene govore v prid vodnemu toku.

Ni pa nobenega dokaza za to, da bi voda ponikala v ti dve jami skozi današnja vhoda. Pač pa je gotovo, da je jami izoblikoval horizontalno usmerjen vodni tok, usmerjen proti severovzhodu. Iz tega sledi, da so ti rovi delo nekdanjega podzemeljskega toka, ki je z ribniške strani Male gore tekkel v višini okoli 560 m proti Suhi krajini.

V Lubeževi jami, ki je danes precej oddaljena od ponorov, čeprav leži razmeroma nizko – 490 m n.m. – so oblike, ki kažejo na to, da so nastale v zaliti coni kot paragenetski rov. Stropni kanal po vsej dolžini jame govori za to, da je bila jama nekoč skoraj v celoti zasuta s sedimentom, ki ga je odnesel hitrejši tok v zadnji fazi razvoja – dokaz je ohranjen prod. Gre torej za nekdanjo ponorno jamo v širšem smislu, skozi katero so odtekale poplavne vode z Ribniškega polja. V spodnjih delih te jame se ob poplavih na polju še vedno pojavi voda, kar kaže, da ima jama zvezo s podzemeljskimi kanali, ki odvajajo poplavno vodo pod teraso Vrtače.

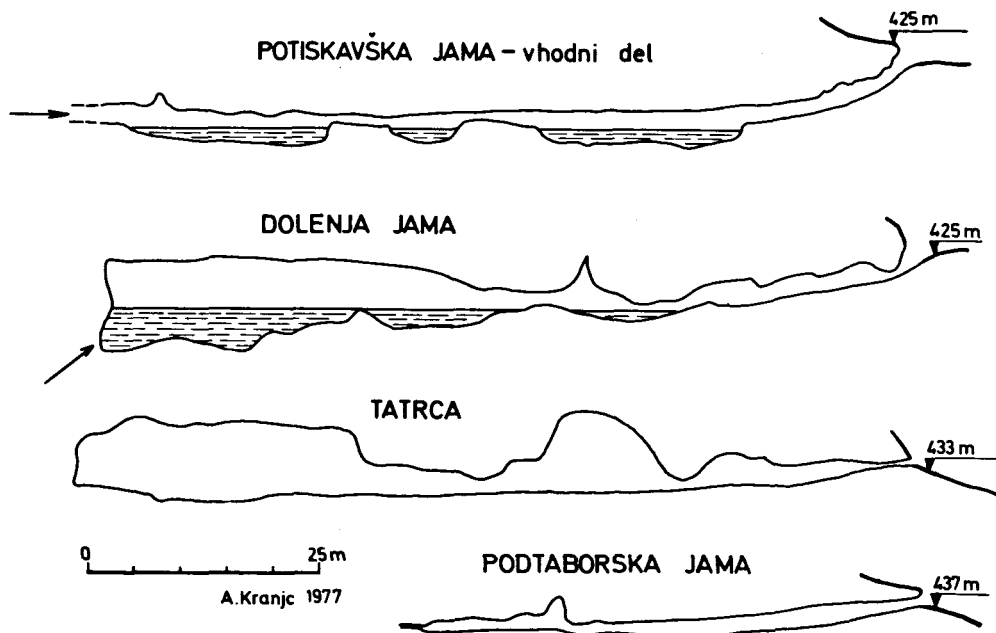
Iz ostalih suhih jam na ribniški strani, ki bi po legi odgovarjale nekdanjim ponorom, nisem uspel dobiti nobenih posebnih morfoloških dokazov za trditev, da so res fosilne ponorne jame. Domneva o vzrokih njihovega nastanka sloni na legi – tako glede smeri odtoka,

kot glede na nadmorsko višino – in na splošni predpostavki, da je večina vodoravnih jamskih rogov rezultat horizontalnih podzemeljskih tokov.

Današnji preoblikovalni procesi v suhih jamah – predvsem rušenje – in procesi, ki so preoblikovali jamske rove po izsušitvi – podiranje in zasigavanje – so v toliki meri preoblikovali prvotne oblike v živi skali oziroma jih zakrili, da iz jamske morfologije ni mogoče sklepati na njihov nastanek in njihovo nekdanjo funkcijo. Večina obravnavanih suhih jam ima sekundarne vhode udornega nastanka in lahko rečem, da predstavljajo notranje odseke jam, bolj ali manj oddaljene od prvotnega vhoda – ponora.

Drugo skupino predstavlja nekaj suhih jam, ki kažejo izrazitejše poteze enotnih pretočnih rogov. Zanje lahko domnevam, da so odseki nekdanjih pretočnih rogov globoke (notranje) cone v mehanskem smislu, skozi katere se je pretakala voda pod Malo goro in niso genetsko neposredno vezane ne na nekdanje ponore in ne na izvire. Te jame so postale dostopne za človeka predvsem zaradi razvoja pobočij kraških depresij – dobrepoljske in ribniške. Rovi so namreč »prerezani« s pobočjem. Tak rov je tudi 150 m dolg, premočrten odsek Črne jame. Rov je zelo velikega preseka, dno grade jamski sedimenti, ponekod vsaj do 5 m debeli. Jama ne kaže nobenih prilagoditev površju, niti ni na površju nad jamo oblik, ki bi kazale na velike prostore pod zemljo.

Suhe jame na dobrepoljski strani v glavnem prištevam k fosilnim izvirnim jamam, predvsem zaradi njihove lega. Značilna je zgostitev več takih jam na posameznih mestih oziroma nad današnjimi, aktivnimi, izvirnimi jamami. Močan argument pri presoji njihove nekdanje funkcije je oblikovanost rova, predvsem vzdolžni prerez (risba 11).



Risba 11. Primeri prerezov aktivnih in fosilnih izvirnih jam

Drawing 11. Sections of active and fossil spring-caves

Potiskavška jama, Zelenka in Tatrcra so primeri prilagoditve vzdolžnega jamskega profila navzgor (Renault 1970, 86). Taka prilagoditev kaže na to, da se glavni podzemeljski kanal hitreje ali vsaj enako hitro pogloblja kot površinska dolina. Kanali, ki so in ki še danes odvajajo vodo z ribniško-ortneške strani proti Suhi krajini, se na severovzhodni strani Male gore močno približajo površju, vstopijo v prepokano, mehansko šibko pobočno cono. Nizke vode lahko odteka pod Dobrepoljem proti vzhodu, ob poplavih pa je požiralnost teh kanalov premajhna, voda zastaja, piezometer raste in prihaja do močnih pritiskov. To se je dogajalo tudi v preteklosti in ob takih prilikah je voda pronicala skozi odprte razpoke proti površju, jih širila in izdelala prelivne kanale, ki odvajajo poplavne vode na površje.

Take fosilne izvorne jame na dobrepoljski strani bi bile Podtaborska jama, Tatrcra in Gozdarjev dom. V Podtaborski jami tudi fasete po stenah rova kažejo na smer nekdanjega vodnega toka proti današnjemu vhodu.

Veliko razliko med številom fosilnih izvornih in fosilnih ponornih jam, ponornih je okoli petkrat več od izvornih, si lahko razlagamo po analogiji z današnjim stanjem in s teoretičnimi predpostavkami o razvoju in organiziranju vodnega pretoka v kraškem masivu. Tudi danes se vode z ortneško-ribniške strani izgubljajo v podzemlje v številnih ponornih jamah in ponorih (tudi ena sama jama, npr. Tentera, ima lahko celo vrsto ločenih ponorov), na dobrepoljski strani pa je le nekaj izvornih jam.

Tako stanje odgovarja tudi teoretičnim vidikom: na izvorni strani kraške gmote se podzemeljski tok prej zbere v enoten kanal oziroma v en večji izvir, na ponorni strani pa dlje časa vztraja difuzna mreža ponorov in ponornih jam, ki zbirajo in odvajajo vodo proti enotnemu kanalu oziroma izviru. Po drugi strani je izvorni kanal dlje časa v stalno zaliti coni, mreža ponornih kanalov in stranskih dotokov pa hitreje preide v fazo prostega toka. Difuzna mreža ponorov in ponornih kanalov je še posebej značilna za obrobni svet na neprepustnih kamninah, kar je tudi primer ponorne strani Male gore (Renault 1970, 91–92).

Primerjava med razporeditvijo suhih jam in površinskih morfoloških oblik nam kaže, da je velika večina suhih jam v sklopu ali vsaj v neposredni bližini in obrobju kraških depresijskih oblik, predvsem fosilnih slepih dolin, zatrepnih dolin, suhih dolin in pobočnih uravnjav. Neposrednih in jasnih povezav (npr. jama na koncu slepe doline) je sicer malo (Finkova jama 1), predvsem zaradi razlik v »generaciji« in pa zaradi različno intenzivnega razvoja pobočij. Naj za primer vzamem spet slepo dolino pod Finkovim – tik za njenim zgornjim robom je vhod v suho jamo (Finkova jama 3), nekdanji odvodni kanal vode, ki je ponikala v slepi dolini. Vendar te jame ne smemo vzporejati z današnjim dolinskim dnom, ki ga je potok od časa, ko je prenehal teči skozi omenjeno jamo, močno poglobil, jama pa se je »fosilizirala« in je danes visoko nad dnom doline, ki se še vedno razvija.

Podoben primer je jama Bukovščica in fosilna slepa dolina v njeni bližini. Ko se je vodni tok, ki je ponikal v tej slepi dolini, prestavil, je voda prenehala oblikovati oziroma poglobljati dolinsko dno samo kot tudi ponorno jamo za njo. Proces razvoja pobočja so povzročali rušenje sten slepe doline in manjšali naklon pobočij. Danes je zaključek te slepe doline le nekaj metrov visoka stena, ostala dolina pa je na široko prekrita s pobočnim gručem. S tem, da se je rušil strop ponorne jame, se je toliko stanjšal, da se je na dveh mestih vdrl in sta nastali brezni – današnja navpična vhoda v Bukovščico, okoli 100 m za zaključkom fosilne slepe doline.

4.3.5. Sedimenti v suhih jamah

V večini izmed preiskovanih suhih jam prevladujejo sedimenti, ki so rezultat kasnejših razvojnih faz, ko je ustrezna jama izgubila svojo prvotno hidrološko funkcijo. Sedimente oziroma sedimentacijska okolja v podzemlju lahko ločimo v tri nadstropja: zgornje nadstropje – zasigavanje, srednje nadstropje – zapolnjevanje z ilovico in glino, spodnje nad-

stropje – aluvialni transport in sediment (Renault 1967–69, 5). To velja tudi za Malo goro: med najvišje ležečimi vodoravnimi suhimi jamami so najbolj zasigane (Vačnega jama, Pri Jamicah II), suhe jame, ki leže relativno tik nad današnjimi aktivnimi vodnimi jamami, so često z največjimi zapolnitvami gline in ilovice (Tatrc), v aktivnih jamah Male gore pa prevladujeta prod in pesek. V kolikor v jamah srednjega in zgornjega nadstropja obstajajo ostanki aluvialnih sedimentov iz aktivne razvojne faze, so v glavnem prekriti s sedimenti srednjega in zgornjega nadstropja. Vendar tudi vsako kopanje v sedimente ne prinese vedno želenih rezultatov. Primer je sonda pred Živinsko jamo, ki jo je dal v zvezi z arheološkimi raziskavami izkopati M. Brodar (Inštitut za arheologijo SAZU), globoka okoli 1 m. Od površja do globine 75 cm je močno preperel grušč (verjetno würmski), pod njim pa rumenorjava ilovica, za katero zaenkrat ni mogoče reči, kako je prišla v jamo.

Kot posebno zanimivost iz suhih jam naj ponovno spomnim na glinaste kalcificirane prodnike iz Vančeve jame in na pravi prod iz Lubeževe jame.

4.3.6. Poizkus kronologije podzemeljskega zakrasevanja

V skladu z dognanji o razvoju površja, še posebej na krasu, v teku hladnih pleistocenskih obdobj, lahko sklepamo, da so ostanki zapolnitev ponornih jam (Griška jama, Predvratnica) iz časa würmskih mrzlih sunkov. Za obravnavano ozemlje (420–950 m današnje nadmorske višine) lahko domnevamo v najbolj mrzlih obdobjih pleistocena periglacialne ali vsaj njim zelo podobne klimatske pogoje, predvsem v višjih delih ozemlja. V periglacialnem pasu lahko krioklastični procesi, predvsem v zvezi z odtokom z večjih zbirnih območij, zapolnijo s sedimenti večje dele jam in seveda tudi ponore.

Da se je to zgodilo tudi v Griški jami in Predvratnici, dokazujejo ostanki sedimentov, nalepljenih na stropu oziroma visoko nad današnjim dnom ponornih rovov. Dokaz o zamašitvi ponorne jame Pri koritu (Finkova jama 2) je obširen zasip slepe doline pod Finkovim, na koncu katere je vhod v omenjeno jamo. Gradivo, ki sestavlja ta zasip, je iz hladnega obdobja, sodeč po granulometrični sestavi. Ta zasip je prvotno prekrival tudi vhod v današjo ponorno jamo Pri koritu, segal je skoraj 10 m visoko nad vhod. Kasneje je potok vrezal v ta zasip strugo, izoblikoval teraso z izrazito ježo in voda je morala skozi jamo odnesti vse to erodirano gradivo.

Ker se je z mašenjem ponorov oziroma ponornih jam močno zmanjšal delež podzemeljskega odtoka v hladnih obdobjih pleistocena, se je moral temu ustrezno povečati delež površinskega odtoka in so torej bile takrat aktivne številne doline, ki so danes suhe ali vsaj pretežno del leta suhe. Tako lahko s precejšnjo gotovostjo trdimo, da se je Tržiščica nekje blizu Zlebiča iztekala v Bistrico, ta se je v jugovzhodnem delu Ribniškega polja stekala z Ribnico in ta reka je kot predhodnica današnje Zadnje Rinže tekla na Kočevsko polje ali pa skozi vrzel pri vasi Mala gora proti Polomu. Potok Predvratnica je mimo zamašenega vhoda jame Vratnice tekla proti Cereji. Spotoma se mu je pridružil še potoček Vrbovec (danes samostojno ponika v sistem Vratnice). Cereja je tekla od današnjih ponikev dalje po danes suhi dolini pod Malimi Laščami in se izlivala v Rašico v bližini Zakrajškovega mlina. Z jugovzhoda je pritekal v Cerejo potok, ki je zbiral potočke izpod Retij, ki danes prav tako ponikajo ločeno. Rašica je tekla po suhi dolini proti Dobrepolju, kjer so ostanki njenega pleistocenskega nanosa (Šifrer 1967). Da so bili ponori Rašice pri Ponikvah res zasuti, lahko sklepamo tudi po tem, da teče še danes voda v dnu zatrepa tik pred ponori po gruščnatem nanosu. Danes voda ta grušč odnaša v podzemlje. O tem, da danes prevladuje spiranje grušča v podzemlje nad njegovim sprotnim nastajanjem, nam najbolje govori lijakasta depresija pod samim zatrepom.

Večina rovov današnjih ponornih in izvirnih jam je majhnih. V teh kanalih je v glavnem opazna ena sama razvojna faza rova izpred würmske zapolnitve. Ponorni kanali kažejo, da so bili oblikovani v coni prostega toka, izvirni pa v stalno zaliti coni. V ponornih

jamah je opaziti znake in ostanke ene same pleistocenske zapolnitve. Na podlagi zgornjih opažanj sklepam, da so današnje aktivne jame v Mali gori nastale v mlajšem pleistocenu, verjetno v toplejšem interstadialu, ko so bili ugodni pogoji za razvoj podzemeljskih kanalov (veliko padavin in visoka produkcija CO₂ v prsti). Tekom hladnih sunkov v würmu so bili ti rovi zapolnjeni z aluvialnimi sedimenti, v postglacialnem in holocenskem obdobju pa je voda te rove spet deloma ali v celoti izpraznila (Griška jama), ali pa jih je sploh zapustila in si pričela dolbsti nove rove (Finkova jama 2), kar se dogaja še danes.

Da so bile te jame aktivne v mlajšem pleistocenu, nam nudijo posredni dokaz višje ležeče suhe jame. Te so bile v würmu že suhe, neaktivne, v t.i.m. srednji etaži jamske sedimentacije, kar dokazuje najdba kosti jamskega medveda plitvo pod površjem v Koblarski jami (575 m n.m.). To je obenem dokaz, da je ta srednji nivo suhih jamskih rogov nastal pred mlajšim pleistocenom. Verjetno lahko vsem suhim jamam, ki leže nad 520 m n.m. v jugovzhodnem in nad 600 m v severovzhodnem delu Male gore pripišemo zgornjepliocensko do starejše pleistocensko starost. Ta nivo suhih rogov je obenem najvišji jamski nivo v Mali gori sploh – nad 700 m ni več jamskih rogov. Zato lahko računamo, da se je podzemeljsko zakrasevanje pričelo oziroma da se je podzemeljski odtok skozi Malo goro organiziral neke v času zgornjega pliocena do starejšega pleistocena. Iz tega sledi, da nekdanji površinski odtok iz Ribniško-kočevskega podolja ni bil v celoti usmerjen proti Kolpi (Melik 1931, 96–97), ampak sodi del tega podolja, predvsem Laška pokrajina in Slemenca, že od začetka v porečje Krke. Po eni strani so skladno z dvigovanjem Male gore reke vrezovale svoje doline, da so obdržale svoj tok na površju (Rašica), po drugi strani pa so vode vtekale v apniško gmoto Male gore in dolble skoznjo kanale. Tako v večini primerov ne gre za pretočitve zgornjih tokov in povirnih krakov iz porečja Kolpe v porečje Krke, ampak predvsem za podzemeljsko presekane kolen, ki so jih delali nekdanji oziroma jih še delajo današnji površinski tokovi.

5. ZAKLJUČEK

Kot zaključek preiskav, opravljenih v okviru tega prispevka, naj na kratko strnem predvidevanja o geomorfološkem razvoju Male gore, s posebnim poudarkom na razvoju kraških votlin (risba 12).

1. V pliocenu si lahko predstavljamo obravnavano ozemlje kot bolj ali manj uravnan, penepleniziran svet, katerega površje v veliki meri sestavljajo nepropustne kamnine (posavski nariv na karbonatni dinarski šelf). Rečna mreža je površinska s splošno usmeritvijo proti vzhodu, proti Panonskemu morju.

2. Neotektonski premiki (zgornji pliocen) ustvarijo grudasto zgradbo, grude se dvigajo oziroma spuščajo, pojavi se stopnja Male gore, prične se kazati ortneški tektonski jarek. Z relativno dvignjene Male gore erozijski procesi pospešeno odstranjujejo pokrov iz neprepustnih kamnin. Površinski odtok v želimeljskem tektonskem jarku se prične usmerjati v vzdolžno (dinarsko) smer, na najugodnejšem mestu pa se glavna tokova, prednika današnje Rašice in Bistrice-Ribnice obrneta proti vzhodu in prečkata sleme Male gore. Ko se je v Mali gori na površju pokazal apnec, se je pričelo tudi zakrasevanje – vode, ki so radialno pritekale z ortneške grude, so na robnem apnencu pričele izvotljevati podzemeljske kanale. Ostanki te razvojne faze bi bili lahko najvišji prelazi in suhe doline v Mali gori ter sledovi freatičnih oblik v najvišjih nivojih suhih jam.

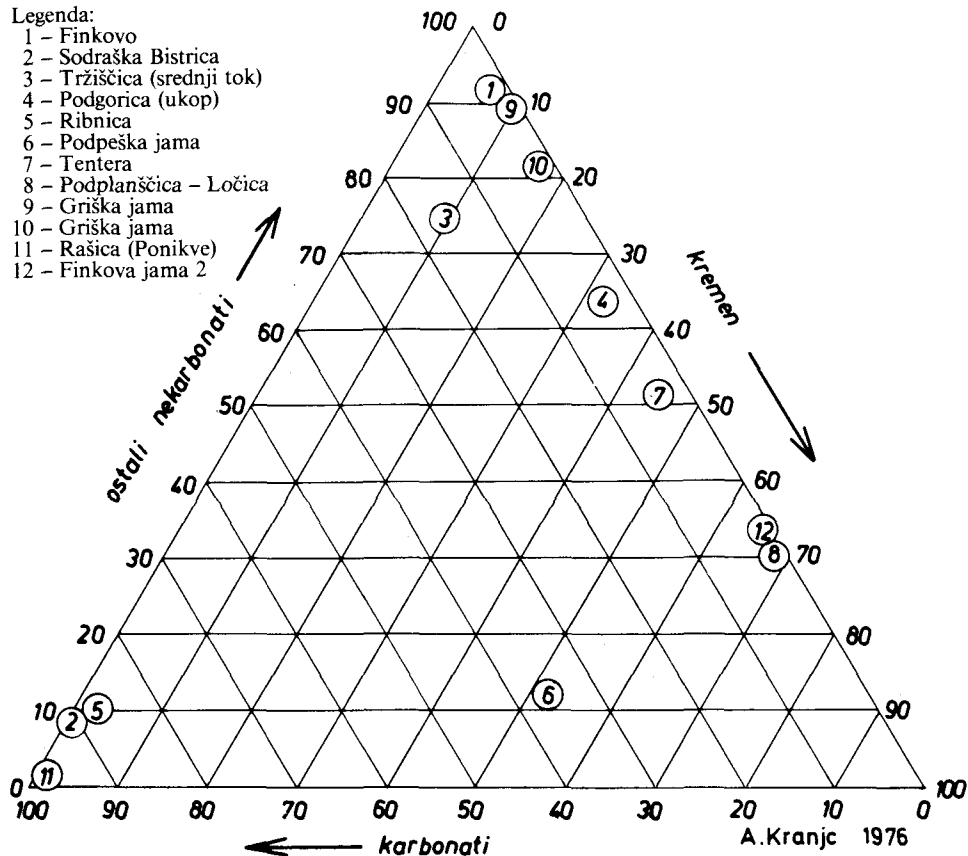
3. Konec pliocena in v starejšem pleistocenu si lahko Malo goro predstavljamo kot izoblikovano kraško sleme, morda za okoli 100 m nižje od današnje Male gore. Z neprepustnih kamnin ortneške grude se zbirajo potoki v dva tokova, ki tečeta nekaj časa v dinarski smeri: s severozahoda je tekla reka za današnjimi Velikimi Laščami v depresijo pri Ponikvah, z jugovzhoda pa predhodnica Tržiščice-Bistrice skozi zatok pri vasi Mala gora

v starološko podolje. Posamezni tokovi in predvsem poplavne vode pa se pretakajo skozi Malo goro naravnost proti severovzhodu in oblikujejo ponorne in izvirne jame. To so današnje najvišje suhe vodoravne jame (Koblarska, Vančeva in Finkova jama 2 ter 3 na ponorni in Kavčja na izvirni strani).

4. V mlajšem pleistocenu lahko ločimo že dve tendenci v razvoju jam. V toplejših obdobjih, ko je bila klima podobna današnji, je napredoval podzemeljski (kraški) odtok na račun površinskega. V tem času je delovala vrsta danes opuščenih ponornih jam na severozahodni strani (Lubeževa jama, Konjščica) in izvirnih jam na severovzhodni strani (Podtaborska jama, Tatrc). Kot kanali v globoki, stalno zaliti coni so nastajali rovi današnjih aktivnih vodnih jam, ki jih je deloma sproti, predvsem pa v hladnih sunkih würma, voda zasipavala z aluvialnimi sedimenti (risba 13). Površinska rečna mreža je bila že močno podobna današnji, v času največjih zasipavanj pa se je ustrezno podaljšala in so po danes suhih dolinah, ki se nadaljujejo od ponorov, tekli stalni vodni tokovi okrog Male gore.

Legenda:

- 1 – Finkovo
- 2 – Sodraška Bistrica
- 3 – Tržiščica (srednji tok)
- 4 – Podgorica (ukop)
- 5 – Ribnica
- 6 – Podpeška jama
- 7 – Tentera
- 8 – Podplanščica – Ločica
- 9 – Griška jama
- 10 – Griška jama
- 11 – Rašica (Ponikve)
- 12 – Finkova jama 2



Risba 13. Sestava proda

Drawing 13. Pebble lithology

5. V holocenu je zopet pričelo prevladovati odstranjevanje sedimentov nad zapolnjevanjem in s tem kraški odtok na račun površinskega. Enotni vodni tokovi so pričeli razpadati na posamezne krajše tokove z lastnimi ponori (pleistocenska Cereja na 7, Ločica in Bistrica-Ribnica pa na 3 samostojne tokove), glavni tokovi se krajšajo – Rašica teče danes navadno le do Ponikev, Cereja do Velikih Lašč, Tržiščica do pričetka, Bistrica in Ribnica pa do sredine Ribniškega polja. Deli nekdanjih aktivnih dolin postajajo suhe doline. Podzemeljski tokovi deloma praznijo s sedimenti zasute rove, obenem pa izvotljujejo nove, niže ležeče kanale, ki človeku niso dostopni in po katerih se često pretaka vsa nizka voda ponornic. Primer je Tržiščica, kjer ob suši vsa voda izginja v razpoke v apnencu še pred vhom v Tentero – vodo je mogoče slediti kakih 10 m, nato pa izginja v neprehodne špranje okoli 2 m pod nivojem rovov Tentere, koder ponikajo srednje in visoke vode Tržiščice.

Dosedanji koncepti o razvoju krasa v Mali gori so se z izsledki naše razprave precej spremenili. Na podlagi opravljenega preučevanja ter ob upoštevanju najnovejših geoloških in tektonskih dognanj je bilo mogoče podrobneje razčleniti razvoj jam obravnavanega ozemlja. Vertikalne bifurkacije med porečjem Krke in Kolpe po mojem ne kažejo na nekdanji enotni odtok proti Kolpi in večjo »agresivnost« Krke, ampak ravno obratno, te bifurkacije so mladi pojavi, pretočitve se dogajajo še danes, predvsem pridobiva Kolpa na račun porečja Krke, vzrok pa naj bi bil v glavnem ugrezanje Ribniško-kočevskega polja.

SUMMARY

THE KARST DEVELOPMENT IN 'RIBNIŠKA MALA GORA' (SLOVENIA, YUGOSLAVIA)

'Ribniška Mala gora' (= The Small Mountain of Ribnica) is a karst ridge in SE Slovenia, a member of long chain of middle mountains stretching from the alpine-dinaric border SE from Ljubljana towards SE. From the ridges on NW and SE side it is separated by narrow river valley and by a gap (dry valley). On SW side of it there are three types of relief (from NW towards SE): low dolomitic hills, hills and small mountains of impermeable Paleozoic rocks in a tectonic rift (shales, sandstone and quartz conglomerates), and at the most SE part Ribniško polje (karst polje of Ribnica). Along NE side there are: karst polje of Dobrepolje and karst mountains of Rog, separated from Mala gora by huge dry valley.

Mala gora is elongated in NW-SE direction, 24 km long and in average 3-4 km large. Treated area has 115 km². The greatest part of Mala gora has 380-500 m of relative height.

Mala gora itself is built of carbonate rocks and is limited by depressions and tectonic lines. Carbonate rocks consist of Triassic dolomites in smaller part, and of Jurassic and Cretaceous limestones in greater part.

The prevalent dip of strata is 20° and strike of strata is mostly towards 3 directions: S, SW, and W. Limestones and dolomites are intensively fissured and faulted. They are crushed in quite a large bands along faults. The most frequent direction of faults is NW-SE and less W-E direction.

We have to dissolve samples of carbonate rocks in 10 % HCl and results are as follows. The average of impurities is 1.64 %. One third of all the samples has more than 2 % of impurities and the greatest rate of impurity is 7.4 % (Jurassic limestone with dolomite).

There is no evident connection between the content of impurities in limestones and the dimensions of caves: two of the longest caves of treated region are both in very pure (0.01 % of impurities) and in relatively impure (2.33 % of impurities) limestones. Inner parts of Tentera cave (limestones with 0.01 % of impurities) are small and narrow passages and Bukovščica cave (limestones with 3.21 % of impurities) is a hall 40 × 20 × 10 m.

Fourteen samples of limestones has been classified according to Folk's classification. Between them we have found 93 % of allochems and 7 % of orthochems. Sparry calcite forms the cement to 57 % of samples and 43 % of them have microcrystalline calcite matrix.

By comparing the directions of fissures with the directions of cave passages it was found out that quite a strong interconnection exists. Most of the passages accessible to the man are made along the »decompression fissures« in the »slope zone« of Mala gora. All the known caves from Mala gora are in the »slope zone« only.

I couldn't find any important relation between the dip of strata and the inclination of cave passages: the majority of dips has 20-30° and the majority of cave passages has the inclination between 0-10°.

Also the distribution and cave density haven't direct relation with the rocks stratigraphy. In Slovenia man can reckon 0.65 of cave/km² for all the karst surface, and in Mala gora it is 0.92 of cave/km². Cave density for Mala gora is 56 m of passages/km². Direct influence of geological structure to distribution of caves is »dolomite bank« crossing the base of Mala gora - although the bank is covered by limestones (relatively thin) the land above the »bank« is nearly without any cavity.

Mala gora is very important regarding hydrography of wider region. Waters from impermeable surface run radially from the center and finally gathered in Rašica rivulet, flowing around Mala gora on NW side and sinking there, and in Bistrica river, flowing towards SE and sinking in the middle part of Ribniško polje. Besides these two main streams there are still 12 brooks and rivulets flowing directly towards NE and sinking underground when reaching the foot of Mala gora. Some of these flows are found again in the caves on NE foot of Mala gora, at the border of Dobrepolje. After heavy rains and spring snow melting these become springs and pour out big quantities of water thus partly flooding the

polje. River Rašica come to the daylight at the spring Šica in the Radensko polje N from Dobrepolje, and finally in the spring of Krka river. Bistrica and Ribnica (coming to the Ribniško polje from the West) flow underground to the springs along the middle course of the river Krka.

According to the rocks and relief, there are three types of water flows in the region of Mala gora and its vicinity: normal flows on the impermeable rocks in W and NW surroundings of Mala gora, permanent and periodical flows from karst springs, and sinking flows.

The greatest density of surface flows is on impermeable rocks, smaller on dolomites, and the smallest on limestones. On both sides of Mala gora, there are regular or periodic karst floods, specially on the poljes of Ribnica and Dobrepolje. But when the rivulets on impermeable rocks flood their valleys themselves and such flood waters came suddenly on already flooded karst poljes, a catastrophic flood can occur. In the lowest part of Dobrepolje thus the flood level can reach the roofs of houses and may last at this height for two weeks respectively.

On the ponor side of Mala gora there are 11 active ponor caves, and on the spring side there are 6 active spring caves. For both abundant sediments from impermeable rocks are characteristic. In some cases they are used as water-tracers. Quite a great and interesting changes occur in sediment on the way from the ponor to the emergence regarding the petrography, grain shape and size. It seems that nowadays water evacuates sediments from the caves.

In the period of low waters all the treated region belongs to the water basin of the river Krka. But during the floods a lot of so called 'vertical bifurcations' occur. The biggest and the best known example is river Bistrica: water from the ponors along the river bed in the bottom of Ribniško polje flows under Mala gora towards Krka (about 20 km in direct line), but waters which can not sink underground flows further on the surface as a big river towards the SE part of the polje of Kočevje (17 km of direct line) where they sink and reappear in the big karst spring in the valley of river Kolpa.

According to geomorphology some bigger surface landforms have been studied. Between them I should like to mention dolines. On Mala gora itself (limestone ridge only) there are 44 dolines/km² in average, ranging from 2–120 dolines/km². On Triassic dolomites, including these in Mala gora itself, there are 24 dolines/km².

In the neighbour flat regions there are three types of surface with dolines: limestone terraces as parts of Ribniško polje and Dobrepolje, dolomite terraces, and bottom of the poljes, covered by alluvium. On dolomite terraces there are 17 dolines/km², on the alluvial bottom 19 dolines/km², and on limestone terraces 113 dolines/km² in average. Absolute number reach up to 211 dolines/km² in NW part of Kočevsko polje.

For Mala gora limestone surface the correlation rate $K = -0.7638$ shows good correlation between the angle of slope and density of dolines.

Altogether there are 109 karst cavities in the treated region, between them 58% of potholes and 42% of caves, 91% of fossil (dry) caves and 9% of active (water) caves. Regarding the length of passages, situation is quite different – 74% are horizontal passages (between them 29% of active ones) and 26% are vertical.

Horizontal passages, active and dry, are concentrated in quite distinctive altitude levels. Comparing these levels is one of the methods for evaluation of the age of some caves.

Mean apparent inclination between ponors and springs is 31.3‰ (from 16.4 to 43.4‰) and between presumed fossil ponors and springs is 30‰ (5.7 to 51‰).

Geomorphological development with special regard to karst cavities of Mala gora was as follows:

1. In Pliocene period treated region was more or less flat peneplain on the base of impermeable over-thrust on carbonatic dinaric shelf. Surface rivers organised runoff towards E – Pannonian sea.

2. In Upper Pliocene block structure relief was made by neotectonic movements. The 'horst' of Mala gora and small 'rift' of Ortnek began to form. Impermeable rocks from Mala gora denudated but they are left in the rift. Water flows organised along the axis of the rift and where the opportunity occur they crossed the ridge (NW and SE of Mala gora). Waters from the middle part of rift began to hollow limestones on the contact.

3. At the end of Pliocene and in Lower Pleistocene the ridge of Mala gora is similar to the recent situation. From Ortnek rift valley two main water courses flow towards NW and SE respectively. Smaller rivulets and specially flood waters flew through the limestone Mala gora. To this stage belong the highest lying dry horizontal caves.

4. In Upper Pleistocene it is possible to distinguish two main tendencies in development. In warmer periods karst runoff gains in comparison with surface one. Today's ponor caves existed as phreatic channels. During colder periods waters partly or nearly completely filled up the channels with sedi-

ments. In accordance with these fillings surface streams reused previously abandoned river beds and dry valleys.

5. Evacuation of sediments prevail in Holocene. Karst runoff became more important than surface one and great streams disintegrate into smaller streams sinking in separate ponors.

The base conceptions of karst development in Mala gora changed within this contribution according to field studies and new geological and tectonical data. Vertical bifurcations between rivers Krka and Kolpa are relatively young phenomena and we can say that river Kolpa captures the streams of river Krka drainage. The main reason for this is karst nature of treated region combined with subsidence of the terrain.

Viri in literatura

- Arhiv Inštituta za raziskovanje krasa SAZU, Jamski kataster. Postojna.
- Bögli, A., 1964: Corrosion par mélange des eaux. *International Journal of Speleology*, Vol. 1, Part 1+2, 61–71. Amsterdam.
- Bretz, J. H., *Vadose and Phreatic Features of Limestone Caverns*. *Journal of Geology* 50, 675–811. University of Chicago Press, Chicago.
- Buser, S., 1974: Tolmač lista Ribnica. Osnovna geološka karta 1 : 100 000. Zvezni geološki zavod, 1–60. Beograd.
- Čadež, N., 1956: Barvanje ponikalnice Rinže leta 1956. Tipkopis, Hidrometeorološki zavod LRS. Ljubljana.
- Čadež, N., 1962: Določanje razvodnic na krasu. *Geologija* 7, 193–196. Ljubljana.
- Demek, J., (edit.) 1972: *Manual of detailed geomorphological Mapping*. Intern. Geographical Union, 1–344. Academia, Prague.
- Dollfus, O., 1971: L'analyse géographique. *Que sais-je?*, No. 1456, 1–125. PUF, Paris.
- Dukić, D., 1962: Opšta hidrologija. Naučna knjiga, 1–253. Beograd.
- Dunham, J. R., 1961: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Classification of carbonate rocks (A Symposium, W. E. Ham, Edit.)*, Amer. Assoc. Petroleum Geologists Mem., 108–121.
- Elze, T., 1862: Gottschee und Gotschewer. *Drittes Jahresheft der Ver.d.krainischen Landes-Museums*. Laibach.
- Folk, R. L., 1959: Practical petrographic classification of limestones. *Amer. Assoc. Petroleum Geologists, Bull.* 43, 1–38.
- Forti, F. & S. Stefanini & F. Ulicigrai, (1975): Relazioni tra solubilità e carsificabilità nelle rocce carbonatiche del Carso Triestino. S.l.s.a., separat, Istituto de Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste, 19–49.
- Forster, A. E., 1922: Hydrographische Forschungen in Inner- und Unterkrain. *Mitt.d. geogr. Gesellschaft in Wien* 65, 3–30. Wien.
- Gams, I., 1955: Pripovedke o kraškem podzemlju. *Slovenski etnograf* 8, 151–152. Ljubljana.
- Gams, I., 1955a: Kraška piraterija. *Proteus* 17/6, 159–160. Ljubljana.
- Gams, I., 1963a: Logarček. *Poročila*, 5–84. SAZU, Ljubljana.
- Gams, I., 1964: Raziskovanje jamskih oblik in nastanka jame. *Jamarski priročnik*, 7–49. Ljubljana.
- Gams, I., 1967: Faktorji in dinamika korozije na karbonatnih kamninah slovenskega dinarskega in alpskega krasa. *Geografski vestnik* 38 (1966), 11–68. Ljubljana.
- Gams, I., 1969: Ergebnisse der neueren Forschungen der Korrosion in Slowenien (NW Jugoslawien). *Problems of the Karst Denudation, Studia Geogr.* 5, 9–20. Brno.
- Gams, I., (uredn.), 1973: Slovenska kraška terminologija. Zveza geogr. instit. Jugoslavije, Kraška terminologija jugoslovanskih narodov, knj. I, V–76. Ljubljana.
- Gams, I., 1974: Kras (Zgodovinski, naravoslovni in geografski oris). Slovenska matica, 1–359. Ljubljana.
- Germovšek, C., 1953: Zgornjekredni klastični sedimenti na Kočevskem in v bližnji okolici. *Geologija* 1, 120–134. Ljubljana.
- Guzelj, A., 1938: Hidrografsko proučevanje krasa v Suhi krajini leta 1934. *Geografski vestnik* 14/1–4, 140–142. Ljubljana.

- Habič, P., 1969: Hidrografska rajonizacija krasa v Sloveniji. *Krš Jugoslavije* 6, 79–91. SAZU, Zagreb.
- Hacquet, B., 1778–1779: *Oryctographia carniolica oder Physikalische Beschreibung der Herzogthums Krain, Istrien und zum Theil der benachbarten Länder*. Vol. I–IV, 66–67, 123–129. Leipzig.
- Herak, M., 1972: Karst of Yugoslavia. Karst – Important Karst Regions of the Northern Hemisphere. Elsevier Publ. Co., 25–83. Amsterdam etc.
- Ilešič, S., 1948: Rečni režimi v Jugoslaviji. *Geografski vestnik* 19 (1947)/1–4, 71–110. Ljubljana.
- Kranjc, A., 1972: Kraški svet Kočevskega polja in izraba njegovih tal. *Geografski zbornik* 13, 129–194. Ljubljana.
- Kranjc, A., 1973: Poročilo o poplavah na Kočevskem. Tipkopis, Inštitut za geografijo, SAZU, 1–13. Postojna.
- Kranjc, A., 1973 a: Osnovna speleološka karta, Cerknica 2–c. Elaborat, Inštitut za raziskovanje krasa, SAZU, 1–90. Postojna.
- Kranjc, A., 1976 a: Poskus valorizacije kraških votlin v občini Kočevje z naravovarstvenega vidika. *Varstvo narave* 9, 3–20. Ljubljana.
- Kraus, F., 1894: *Höhlenkunde*. 1–308. Carl Gerold's Sohn, Wien.
- Kudrnovská, O., 1965: Výškové rozpetí a střední výška. *Zprávy Geografického ústavu ČSAV* 4, 1–3. Brno.
- Kudrnovská, O., 1968: Príspevek k metodám konstrukce map sklonu topografické plochy. *Zprávy Geografického ústavu ČSAV* 5/6, 15–28. Brno.
- Kudrnovská, O., 1972: Size of grid units, creation of group and threshold values. *Manual of detailed geomorphological mapping*, Intern. Geogr. Union, 60–62. Academia, Prague.
- Kunaver, P., 1913: *Berichte der Gesellschaft für Höhlenforschung in Laibach*. *Laibacher Zeitung*, 26. 7. 1913. Laibach.
- Kunaver, P., 1913 a: Die Höhlenforschung in Krainer Karst. *Interessantes Blatt*, 25. 9. 1913. Wien.
- Lehmann, E., 1933: Das Gottscheer Hochland. *Grundlinien eines Landeskunde*, 1–65, Leipzig.
- Ljubič, T., 1939: Voda, voda! *Naš rod* 11/2, 59–61. Ljubljana.
- Ljubič, T., 1940: Po kočevskih kukavah. *Naš rod* 11/6, 230–231. Ljubljana.
- Martel, E. A., 1894: Les abîmes, les eaux souterraines, les cavernes, les sources, la spéléologie. 1–578. Charles Delagrave, Paris.
- Maucci, W., 1951–52: L'ipotesi dell'erosione inversa, come contributo allo studio della speleogenesi. *Estr. dal Boll. della Soc. Adriatica di Scienze Nat.*, Vol. 46, 1–60. Trieste.
- Melik, A., 1931: Hidrogrfski in morfološki razvoj na srednjem Dolenjskem. *Geografski vestnik* 7, 66–100. Ljubljana.
- Melik, A., 1955: Kraška polja Slovenije v pleistocenu. *Dela 4. razr. SAZU* 7, 1–162. Ljubljana.
- Melik, A., 1959: Posavska Slovenija. 1–595. Slovenska matica, Ljubljana.
- Melik, A., 1963: Slovenija I. 1–617. Slovenska matica, Ljubljana.
- Michler, I., 1949: Društvo za raziskovanje jam v Ljubljani. *Proteus* 12/3, 87–90. Ljubljana.
- Mioč, P. 1976: *Prilog poznavanju tektonskih odnosa granične zone istočnih posavskih bora i dinarskog šelfa*. II. god. znanstv. skup sekcije za primjenu geol., geofiziku in geohemiju znanstvenog savjeta za naftu, ser. A., knj. 5, 223–228. JAZU, Zagreb.
- Moore, W. G. & G. Nicholas, 1964: *Speleology*. 1–120. D.C. Heath and Co., Boston.
- Müller, G. & M. Gastner, 1971: The 'Karbonat-Bombe', a simple device for the determination of the carbonate content in sediments, soils and other materials. *N.Jb. Miner. Mh.*, Jg. 1971, H. 10, 466–469. Stuttgart.
- Novak, D., 1973: Sedimenti v kraških izviri. *Naše jame* 14 (1972), 56. Ljubljana.
- Pavlovce, R., 1961: Zgornjekredna mikrofäuna iz Logarčka pri Lazah. *Naše jame* 2 (1960)/1–2, 59–63. Ljubljana.
- Petrič, I., 1976: Laška pokrajina in njena prirodnogeografska razdelitev. *Geografski obzornik* 23/1–2, 8–12. Ljubljana.
- Pleničar, M. & A. Nosan, 1958: Paleogeografija panonskega obrobja v Sloveniji. *Geologija* 4, 94–110. Ljubljana.
- Pohl, E. R., 1955: Vertical Shafts in Limestone Caves. *Occasional Papers NNS* 2, 1–24.
- Premru, U., 1976: Neotektonika vzhodne Slovenije. *Geologija* 19, 211–249. Ljubljana.

- Putick, W., 1892: Zur Entwässerung der Kesselthäler von Reifnitz und Gottschee. *Laibacher Zeitung*, Nr. 51, 52. Laibach.
- Radinja, D., 1972: Zakrasevanje v Sloveniji v luči celotnega morfogogenetskega razvoja. *Geografski zbornik* 13, 199–242. Ljubljana.
- Rakovec, I., 1955: Geološka zgodovina ljubljanskih tal. *Zgodovina Ljubljane*, I. knj., 11–172. Ljubljana.
- Rakovec, I., 1956: Pregled tektonske zgradbe Slovenije. I. jugosl. geološki kongres, 73–83. Ljubljana.
- Ramovš, A. & V. Kochanský – Devidé, 1965: Razvoj mlajšega paleozoika v okolici Ortneka na Dolenjskem. *Razprave 4. razr. SAZU* 8, 319–416. Ljubljana.
- Renault, Ph., 1967–69: Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse. *Annales de spéléologie* 22, f.1, 5–21; f.2, 209–267; T. 23, f.1, 259–307; f. 3, 529–596; T. 24, f.2, 317–337. Moulis.
- Renault, Ph., 1970: La formation des cavernes. *Que sais-je?* No.1400, 1–126. PUF, Paris.
- Renault, Ph., 1976: Les karstifications pendant le Quaternaire. *Le préhistoire française*, 192–200. C.N.R.S., Paris.
- Rus, J., 1921: Ribnica i Kočevje. *Glasnik geografsko društva* 5, 180–188, Beograd.
- Rus, J., 1924: Slovenska zemlja. *Splošna knjižnica*, II, 1–48. Ljubljana.
- Rus, J., 1929: + Viljem Putick. *Geografski vestnik* 4/1–4 (1928), 125–126. Ljubljana.
- Rus – Goljevšček, B., 1962: Vodni režim Krke. *Dolenjska zemlja in ljudje*, 111–115. Dolenjska založba, Novo mesto.
- Savnik, R. (ured.), 1971: *Krajevni leksikon Slovenije*, II. 1–705. DZS, Ljubljana.
- Schidegger, A. E., 1961: *Theoretical Geomorphology*. 1–333. Springer Verlag, Berlin etc.
- Schneiderhöhn, P., 1954: Eine vergleichende Studie über Methoden zur quantitativen Bestimmung von Abrundung und Form an Sandkornern. *Heidelb. Miner. Petr.*, Vol. 4. 172–191.
- Scholz, E., 1972: Slope categories. *Manual of detailed geomorphological mappnig*, Intern. Geogr. Union, 60. Academia, Prague.
- Siffre, A. & M. Siffre, 1961: Le façonnement des alluvions karstiques. *Annales de Spéléologie* 16, f. 1. 73–80. Moulis.
- Simonič, I., 1939: Geografski pregled kočevskega jezikovno mešanega ozemlja. *Geološko-geomorfološki opis*. Kočevski zbornik, 7–43. Družba Sv. Cirila in Metoda, Ljubljana.
- Slovenski pravopis. 1–1054. SAZU – DSZ, Ljubljana, 1962.
- Sparks, B. W., 1972: *Geomorphology*. 1–530. Longman, London
- Sweeting, M. W., 1972: *Karst Landforms*. 1–362. Macmillan, London etc.
- Šerko, A., 1946: Barvanje ponikalnic v Sloveniji. *Geografski vestnik* 18, 125–139. Ljubljana.
- Šifrer, M., 1967: Kvartarni razvoj doline Rašice in Dobrega polja. *Geografski zbornik* 10, 271–305. Ljubljana.
- Šifrer, M., 1970: Nekateri geomorfološki problemi dolenjskega krasa. *Naše jame* 11 (1969), 7–15. Ljubljana.
- Šlebinge, C., 1953: Obvestilo o kartiranju lista Cerknica 1 in 2. *Geologija* 1, 288–292. Ljubljana.
- Šlebinge, C., 1971: Geološke razmere Dobropolja. *Zbornik občine Grosuplje* 3, 191–200. Grosuplje.
- Šribar, L., 1967: O sedimentih na meji kreda – terciar v južni Sloveniji. *Geologija* 10, 161–166. Ljubljana.
- Tomšič, Š. & F. Ivanc, 1887: Kočevsko okrajno glavarstvo. 1–108. Okrajna učiteljska knjižnica v Kočevju, Ljubljana.
- Tratman, E. K. (edit.), s. a.: *The Caves of North-West Clare, Ireland*. 1–256. David & Charles, Newton Abbot.
- Trimmel, H. & M. Audétat, 1966: Signes conventionels a l'usage des spéléologues. *Stalactite* 16/3, 75–125.
- Turnšek, D., 1967: Geološki izleti po Dolenjski. *Proteus* 29/8, 228–229. Ljubljana.
- Waagen, L., 1914: Karsthydrographische Mitteilungen aus Unterkrain. *Verhandlungen der k.k. geol. Reichsanstalt*, Nr. 4, 102–121. Wien.