

6-1-1962

Acta carsologica, Volume III, June 1962

Srečko Brodar

Follow this and additional works at: https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles

Recommended Citation

Brodar, Srečko, "Acta carsologica, Volume III, June 1962" (1962). *KIP Articles*. 55.
https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles/55

This Article is brought to you for free and open access by the KIP Research Publications at Digital Commons @ University of South Florida. It has been accepted for inclusion in KIP Articles by an authorized administrator of Digital Commons @ University of South Florida. For more information, please contact digitalcommons@usf.edu.

SLOVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI IN UMETNOSTI

ACADEMIA SCIENTIARUM ET ARTIUM SLOVENICA

RAZRED ZA PRIRODOSLOVNE IN MEDICINSKE VEDE

CLASSIS IV: HISTORIA NATURALIS ET MEDICINA

INSTITUT ZA RAZISKOVANJE KRASA * INSTITUTUM CARSOLOGICUM

POROČILA

ACTA CARSOLOGICA

III



LJUBLJANA

1963

**SPREJETO NA SEJI PREDSEDSTVA
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI
DNE 1. JUNIJA 1962**

**Ob sodelovanju VALTERJA BOHINCA in ROMANA SAVNIKA
uredil SREČKO BRODAR**

VSEBINA — INDEX

RAZPRAVE — DISSERTATIONES

<i>Ivan Gams:</i>	
Logarček	5
Logarček Cave	74
<i>Roman Savnik-Srečko Grom-France Hribar:</i>	
Draga pri Ponikvah	85
Die Draga bei Ponikve	99
<i>Rado Gospodarič-Peter Habič:</i>	
Skakavac	105
La grotte Skakavac	126
<i>Egon Pretner:</i>	
Biološke najdbe v Skakavcu	151
Découvertes biologiques dans la grotte Skakavac	155
<i>Egon Pretner:</i>	
Biospeleška istraživanja u Srbiji	157
Les recherches biospéologiques en Serbie	145
<i>Wolfgang Briegleb:</i>	
Zur Kenntnis eines Ökotyps von <i>Proteus anguinus</i> Laur. 1768	149
K poznavanju ekotopa človeške ribice (<i>Proteus anguinus</i> Laur. 1768)	191
<i>Srečko Grom:</i>	
Prispevek k poznavanju mahovne flore Slovenskega Primorja	197
Beitrag zur Kenntnis der Moosflora des Slowenischen Küstenlandes	211
<i>France Leben:</i>	
Materialna kultura in izsledki arheoloških izkopavanj v Kevdercu in Lubniški jami	215
La civilisation et les résultats des fouilles archéologiques dans les grottes Kevderc et Lubniška jama	244

LOGARČEK

(Z 41 slikami v besedilu in 4 prilogami)

Prispevek Društva za raziskavanje jam Slovenije

IVAN GAMS

UVOD

Če ne bi bilo kraško ozemlje severno od Planinskega polja pod gosto gozdno odejo, bi se nam razodelo kot eno najbolj kamnitih, v velikih potezah ravniških, v drobnem reliefu pa izredno zakraselih področij Slovenije. Tod se podzemeljsko pretakajo vode Ljubljanske. Ko so jamoslovci ugotovili podzemeljske tokove obeh kraških dovodnic Ljubljanske, ki se združita na Planinskem polju, so začeli iskati konec preteklega stoletja njihovo nadaljnjo pot med tem poljem in Ljubljanskim barjem. Ta prizadevanja pa niso prinesla poglobitvega cilja ne tedaj in ne potlej, ko se je lotilo tega dela po prvi svetovni vojni z vso vnemo Društvo za raziskavanje jam Slovenije. Zato se je odtlej nabralo v njegovem arhivu toliko jamskih zapisnikov s tega področja kot sicer od nikoder drugod.

Preseglo bi moje moči, če bi skušal prikazati vse raziskano podzemlje, kjer daleč prevladujejo plitva brezna, in vse dosežene izsledke. Zato sem se dogovorno z Društvom za raziskavanje jam Slovenije odločil, da obdelam predvsem največji jamski objekt tega področja, Logarček, ter iz genetskih in hidroloških pogledov še sosednje jame ob neposrednem kraju Planinskega polja.

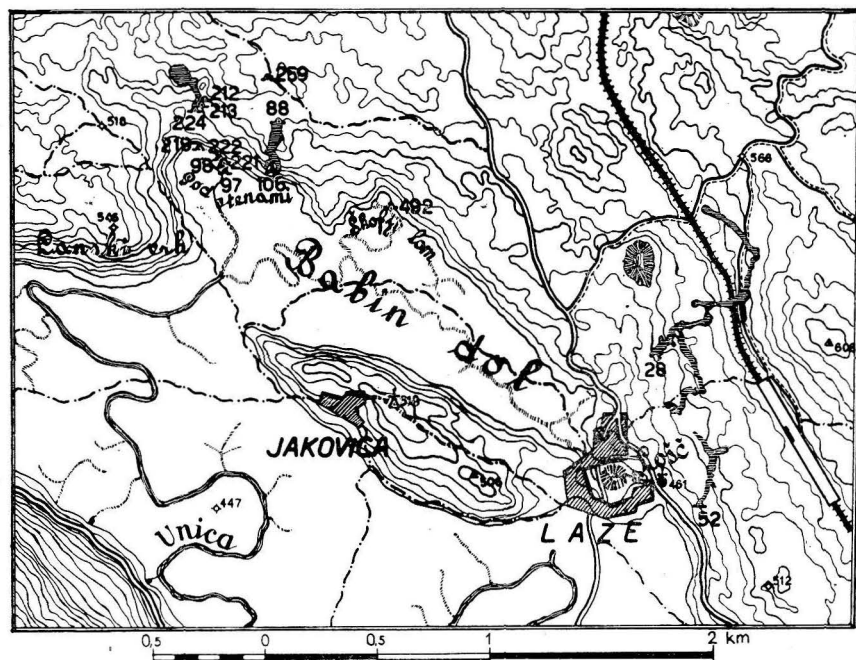
K izsledkom Društva za raziskavanje jam Slovenije, ki jih s tega področja podajam javnosti ob priložnosti njegove petdesetletnice, so pripomogli domala vsi njegovi aktivni člani od prve svetovne vojne dalje. Največ terenskih zapisnikov so prispevali Ivan Michler, Albin Seliškar in Alfred Šerko. Če ne navajam tudi ostalih društvenih članov, storim to iz tehničnih ozirov. V svojem prikazu se bom omejil le na citiranje števil terenskih zapisnikov oziroma njihovih datumov, če niso oštevilčeni. Nekaj podatkov iz najnovejšega časa sem povzel iz lastnih zapisnikov.

Da je bilo mogoče ta elaborat pripraviti za tisk, gre zahvala tudi Projektu nizke gradnje v Ljubljani, ki je s finančno podporo omogočil dopolnitev manjkajočih podatkov, in Inštitutu za raziskovanje krasa SAZU, ki je predvsem v režiji strokovnega sodelavca prof. Franceta Hribarja izrisal načrte. Sicer pa naj bo objava našega elaborata izraz priznanja in zahvale vsem, ki so kakorkoli sodelovali pri včasih zelo napornih raziskavah.

Planinsko polje

Planinsko polje meri 16 km². Kot večina naših kraških polj ima jasno opredeljeno dotočno in odtočno stran. Južna, dotočna stran je iz krednih apnencev, osrednje polje pa iz slabo propustnih triasnih

glavnih dolomitov (K o s s m a t, geol. karta), ki so drobno in grobo zrnati pa skladoviti. Njihovo vododržnost so ugotovila merjenja za izdelavo načrta akumulacijskega bazena HE Vrhnika na 1 do 4 l/min pri normiranem 10 atm pritisku v 10 minutah. Severna, odtočna stran je na zahodnem kraju v krednih hamidnih, na vzhodnem kraju pa v rudistnih apnencih. Njihova vodoprepustnost je tolika, da je često sploh ni bilo mogoče izmeriti (J e n k o 1954, 212—214).



Sl. 1. — Fig. 1.

Ob stiku dolomita in apnenca poteka prelomnica, ki je pomembna tudi za hidrografijo Cerkniškega polja (Pleničar 1955, 113). Vendar meni Jenko (1954, 209), da poglobitni požiralniki niso razporejeni ob njej. Dno polja je na apnencih in dolomitih presenetljivo ravno. Običajno ga sestavlja 4 do 5 m debela naplavljena ilovica, ki ji je zlasti v južnem delu Planinskega polja primešanega nekaj slabo zaobljenega, grušču podobnega apnenčevega in deloma dolomitnega proda z redkimi kremenovimi zrci (Melik 1955, 86—87). Mikropaleontološke raziskave so pokazale, da so ta prod nanesle vode, ki so od časa do časa poplavljele polje, a so ga že v naslednji fazi lahko zopet odnašale drugam (Budnar 1954, 12). Taki sedimenti bi naravno utegnili biti tudi v votlinah ob krajih Planinskega polja (Melik 1955, 89).



Sl. 2. Babin dol od severozahoda ob povodnji. Po upadu je ostal pas naplavljenega blata, travine, listja in dračja, ki trohni in pospešuje korozijo ob kraju Planinskega polja. — Fig. 2. Babin dol from NW at floodtime. After the waters having sunk, there has remained a zone of flooded mud, grass, leaves, branches, which rot and promote the corrosion on the Planinsko polje

Foto I. Gams

Na Planinskem polju so požiralniki razporejeni v treh skupinah. Na severovzhodnem kraju polja med Milavčevimi ključi in Lazami jih je podrobno kartiranje izkazalo okoli 75. Ti požirajo s kapaciteto do $17 \text{ m}^3/\text{sek}$ ob nizki in srednji vodi vso Unico (Jenko 1954, 201—206). Kadar pa voda naraste, odteka reka po vijugavi strugi do južnega vznožja Lanskega vrha, kjer je druga skupina požiralnikov. Tretja skupina je v zatoku Planinskega polja, Babinem dolu.

kjer se struga razčleni v tri rokave. Desni rokav se konča ob severozahodnem koncu vasi Laze, srednji v Škofjem lomu, levi pa ob obzidanih Štirnah Pod stenami in v njihovi okolici. Požiralniki pod Lanskim vrhom in na severnem kraju Babinega dola požirajo povprečno $43 \text{ m}^3/\text{sek}$ pretoka, ob visokih vodah pa do $60 \text{ m}^3/\text{sek}$, kar je znatno več kot premorejo požiralniki med Lazami in Ivanjim selom.

Ob analizi velike povodnji, ki je trajala od 8. do 13. oktobra 1889, je Putick (1889 a, 5) izračunal, da znaša maksimalni odtok s Planinskega polja $109 \text{ m}^3/\text{sek}$, maksimalni dotok pa $161 \text{ m}^3/\text{sek}$. Ob srednjih poplavih zaliva voda aluvialno ravnino Babinega dola, ki je povprečno 3 m višja kot dno struge Pod stenami, več metrov visoko. Po Puticku (1889 a, slika 4 in 5 na karti v prilogi) je voda leta 1889 dosegla na vodomeru Pod stenami višino 9,5 m, ob dotlej znani maksimalni poplavi v zimi 1851/1852 pa celo 14,5 m. Vendar ta podatek ni prav zanesljiv, ker ga je Putick povzel iz pripovedovanja domačinov. Vodna gladina Pod stenami koleba torej med 427 m, to je dnom požiralnikov, in 459, morda celo 464 m.

Z vrtanji so odkrili na dolomitni podlagi sredi Planinskega polja nekaj do 20 m globokih z ilovico zapolnjenih vrtač, ki jih lahko imamo za fosilne požiralnike (Melik 1955, 86). Ker so sredi Babinega polja na apnencu aktivni navpični požiralniki redki, zelo pogostni pa na stiku aluvialne ravnice s sosednim skalnim obrobjem, smemo sklepati, da so se hkrati s širjenjem polja na severno apniško ozemlje pomikali tja tudi požiralniki ob kraju polja, medtem ko je voda večino tistih, ki so ostali v njegovi sredini, zatrpala z naplavinami.

Preko 150 aktivnih požiralnikov, ki so jih zabeležili ob poplavih (Jenko 1954, 201–206) na pičlih 2 km^2 ozemlja, dokazuje močno votlikavost apnenca. Zato je verjetno, da so dobivale jame, ki se je vanje odtekala voda v mejni apnenec, ob širjenju poplavne ravnice proti S vedno več dotoka skozi navpične špranje. Te so prevzele funkcijo novih požiralnikov. Tako je začela zastajati poplavna voda v starih jamah in jih postopno zapolnjevala s sedimenti. Z bregom vred so se torej selili tudi robni požiralniki.

Pretočne razmere na Planinskem polju vidno vplivajo na strmino obkrajnega pobočja. Kjer je polje brez dotokov ali pritokov, je pobočje zmerno strmo ter pokrito z ilovico in prstjo. Takšno je v glavnem pobočje pod Planinsko goro, kjer se vrste večinoma periodični izviri (Savnik 1960, 214), dasi so ponekod nad njimi nekaj metrov visoke strmine. Najbolj strma in skalnata pa so pobočja pri Malem gradu in pod Malni, kjer priteka iz podzemlja Unica in Malenščica, ter Na loki, pod Lanskim vrhom in na severni strani Babinega dola, kjer jih izpodkopavajo večji požiralniki. Ti so najizdatnejši in najbolj gosto sejani Z od Škofovega loma, kjer se iz dna polja dvigajo 10 do 20 m visoke stene. Severni kraj Babinega dola ima pod njimi ime Pod stenami. V podnožju sten so melišča s skalnimi bloki, ki so se odkrhnili od njih.

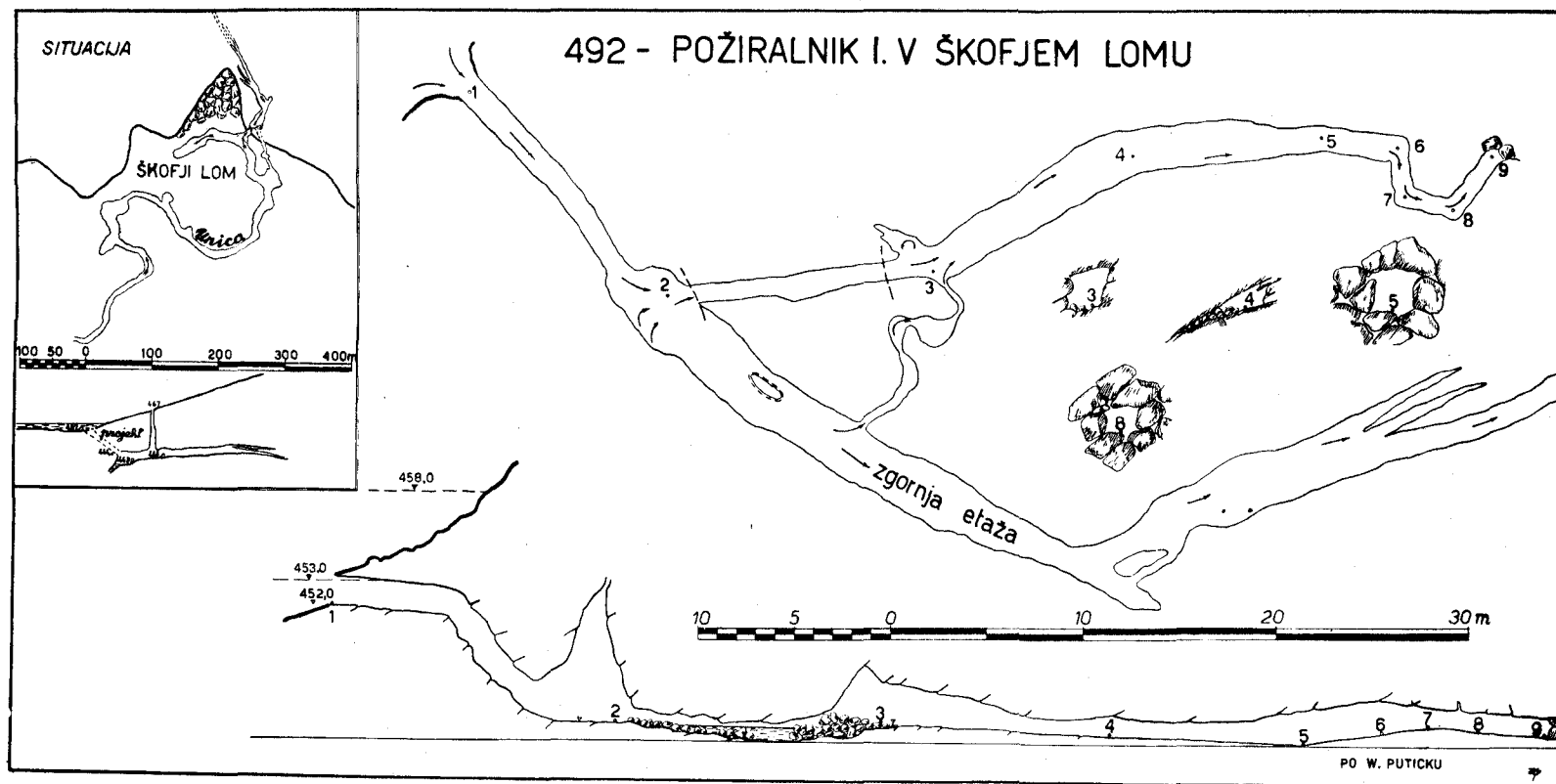
Že po oblikah torej lahko sklepamo, da je tam, kjer je pobočje enakomerno strmo in prekrito z ilovico, pomemben geomorfogenetski činitelj denudacija, medtem ko so v dotočnih dolinah in Pod stenami učinkovitejše druge sile, ki polje širijo. V primeru Planinskega polja ne morem v celoti pritrditi K l a e r u (1957, 110), ki meni, da pri kraških poljih vode najbolj korodirajo na dotočni strani, pa tudi ne L o u i s u (1956, 42), ki trdi, da je bolj strma odtočna stran. Planinsko polje ima namreč strmo pobočje, ki prehaja v prepadno skalovje, tako na krajih dotoka kot odtoka, in sicer v zatrepni dolini pri Malem gradu, na izviru Malenščice in Pod stenami. Na teh mestih se je tudi obrobje polja najbolj odmaknilo od prvotne zasnove. Ta ni mogla biti drugod kot v dolomitnem pasu, ki izsili površinski pretok iz južnih krednih apnencev prihajajoče podzemeljske vode. Na različno odmikanje pobočja verjetno vpliva tudi vodni pretok: kjer je večji sklenjen dotok voda, se polje širi v podobi doline, kjer se pa voda odteka na širšem prostoru v mnogih kanalih, se strmi breg (Pod stenami) frontalno odmika.

Na severnem gorskem obodu Planinskega polja sta najnižja prehoda pri Grčarevcu (475 m) in na prevalu proti Logaškemu polju (537 m). Na obkrajnem pobočju ni teras in nižjih nivojev. Pač pa je lep ostanek nivoja sredi Planinskega polja na Jakovskem griču v višini okoli 500 m, ki sega 1 km daleč. Grič je ostanek goratega oboda, ki ga je Unica odmaknila od sedanjega pobočja Lanskega vrha že za okoli 300 m. V sosednjih Lazah je med gričem in obrobjem polja le nizka povezava. Razkrojila jo je dodobra večja vrtača Lošč, ki sega z dnem do nadmorske višine 445 m, kar že ustreza višini Planinskega polja. Ta vrtača dokazuje, da se je moglo sosednje Planinsko polje znižati izpod vmesne vzpetosti le s korozijo. Ob naraščanju jezera na Planinskem polju nastopa pri gladini 445 m voda tudi v Lošču in se v višini 448 m spaja z vodo v Babinem dolu. Prve dni leta 1924 se je vzpostavila zveza tudi na jugovzhodno stran preko cestnega prevala v nadmorski višini 455 m.

Požiralniki

492. Požiralnik v Škofjem lomu (gl. sl. 3). Lega: 900 m 358° SSZ od cerkve na Jakovici in 1400 m 315° SZ od Zadrúžnega doma na cestnem križišču v Lazah. Višina po Putickovem tu objavljenem načrtu 442 m, dolžina 126 m, globina 6 m. Opis po Puticku (1889, 62), ki je jamo prvi raziskal in jo imenoval po prirodoslovcu in ministrskem svetniku J. pl. Lorenz-Liburnauu. Po K o s s m a t u (geol. karta) je jama v hamidnih apnencih.^{1a}

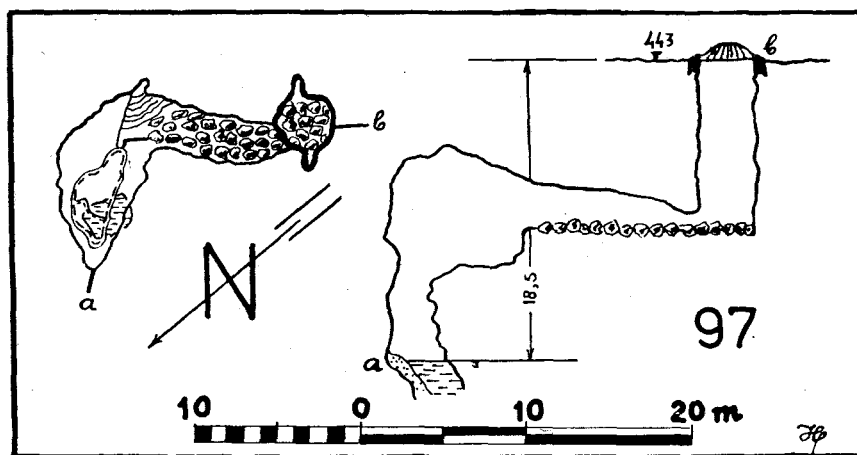
^{1a} Po geološki karti, objavljeni po oddaji tega elaborata v tisk v razpravi M. Pleničarja: Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem in Notranjskem, Geologija VI, Ljubljana 1960, poteka od zahodnega Babinega dola pri Štirnah meja med vzhodnimi spodnjekrednimi in zahodnimi zgornjekrednimi, turonskimi apnenci. Vmes sta ozka pasova cenomanskega dolomita in apnenca.



Sl. 3. — Fig. 3.

Jama je umetno reguliran požiralnik s cementnimi vrati, kjer je vhod v 15 m dolg poševen rov. Iznad najnižjega dna prihaja dnevna svetloba skozi kaminsko okno. Zahodni rokav je skraja okoli 4 m širok in visok, proti sklepu pa se jamski prostor vedno bolj manjša. Odprava iz leta 1946 (št. eksk. 1287, 1295 in 1304) poroča le o vzhodnem rovu. Morda je zahodni rokav medtem zadelala poplavna voda z naplavino.

97. Jugovzhodna štirna Pod stenami (gl. sl. 4). Lega 1300 m 325° SZ od cerkve na Jakovici in 550 m 64° SV od kote 546 na Lanskem



Sl. 4. — Fig. 4.

vrhu. Višina vhoda 443 m, dolžina 22,5 m, globina 18,5 m. Opis F. Habe, načrt M. Bukovec. Po K o s s m a t u (geol. karta) je jama v krednih rudistnih apnencih. V isti kamenini so tudi jame Z od tod Pod stenami.

Ko so v osemdesetih letih preteklega stoletja pri hidromelioracijskih delih odkopali okoli 4 m debelo plast s prodom, so trčili na hrastove trame, ki so jih za boljše odtokanje poplavnih voda namestili pred davnimi leti (Putick 1889, 63). Preseneča navedba orodu, ker je danes na naplavni ravnici okoli jame najti le ilovico. Ni izključeno, da misli Putick na grušč, ki je Pod stenami običajen. Menda so domačini to in sosednjo jamo imenovali svoj čas Putickova vodnjaka (Jenko 1954, 205). Zdaj je udomačeno ime Štirne Pod stenami. Ko so prvič prodrli skozi razširjene razpoke obeh sosednjih štirn, jih je Putick (1889, 63) imenoval po tedanjem predsedniku kranjske deželne vlade baronu Andreju Winklerju. V okviru »del generalnega projekta za neškodljivo odvajanje visokih voda iz notranjskih kotlin« so to in sosednjo jamo Pod stenami obzidali in prekrili z železno mrežo.

Iz dna 11 m globokega vodnjaka vodi rov proti SZ. Stene so močno obrušene in imajo ostre skalne izbokline, pred koncem pa so posejane z jamicami. Rov se končuje s sifonom, ki se je leta 1933 A. Seliškar vanj spustil v skafandru in izmeril 2,5 m globine (št. eks. 372).

Dne 4. julija 1933 je bila pred vhodom zračna temperatura 24,7°. Istega dne je bila temperatura vode v sifonu 14,2°, 9. oktobra pa le 10,7° C. (št. eksk. 372).



Sl. 5. Pod stenami. Spredaj Jugovzhodna štirna, zadaj za vodomrom Severozahodna štirna. — Fig. 5. Pod stenami (Under the Walls). In the foreground Jugovzhodna štirna (the SE Waterpit), behind the hydrometer Severozahodna štirna (the NW Waterpit)

Foto A. Šerko

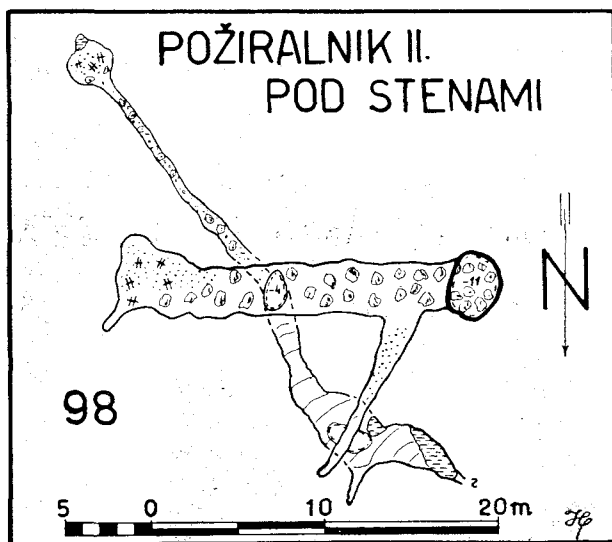
98. Severozahodna štirna Pod stenami (gl. sl. 6). Lega: 18 m SZ od Jugovzhodne štirne. Podatke o odkopavanju in obzidavi te jame gl. pri opisu prejšnje jame. Dolžina 60 m, globina 11 m. Opis F. Habe, meril M. Perc.

Vodnjak ima premer 4 m. Iz njega se odpirajo rovi v dveh etažah. V zgornjem rovu so stene, strop in dno izprani in gladki, v stene spodnjega rova pa je voda izdolblja izredno ostre izbokline.

Dno je pokrito z ilovico in gruščem. Neprehodna špranja, v katero preide ta rov, je zalita z vodo.

Temperatura zraka 9. oktobra 1937 pred vhomom 12,9°, pred sklepom zgornjega rova 12,6° C.

493. Umetni požiralnik Pod stenami. V tridesetih letih tega stoletja so pri hidromelioracijskih delih na Planinskem polju odkopali SZ od štirn Pod stenami tri sosednje navpične špranje in jim omrežili vhode: 30 m SV od Severozahodne štirne je 14 m globoka jama

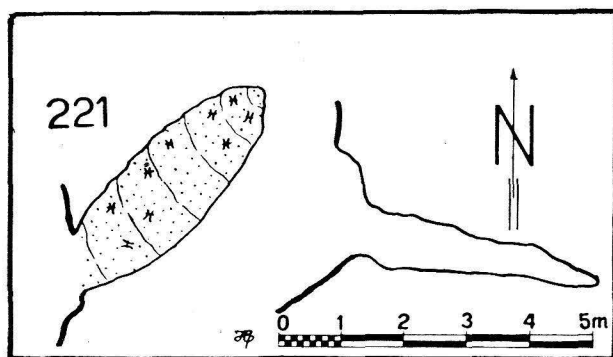


Sl. 6. — Fig. 6.

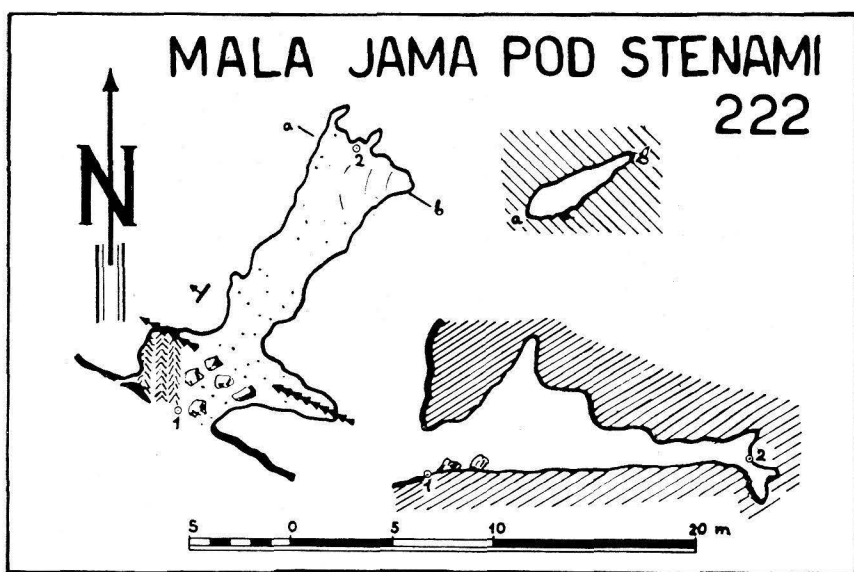
ob stari strugi, blizu vhoda v Veliko jamo (kat. št. 219) je 12 m globok požiralnik, ki so mu po načrtih A. Kunca tudi ogradili vhod, 40 m JZ od vhoda v Veliko jamo pa so kraj struge omrežili še vhod v 12 m globok požiralnik (št. eksk. 831). Spomladi 1960 so bili vhodi vseh treh jam tako zadelani z vejevjem in naplavino, da jih ni bilo mogoče raziskati.

221. Jama Pod stenami pri Severozahodni štirni (gl. sl. 7). Lega: gl. podatke pri kat. št. 98. Višina vhoda 2 m nad aluvialnim dnom, dolžina 4 m. Opis F. Habe in I. Michler, načrt M. Perc. Jama se odpira v podnožju stene v smeri skladov. Stene so izprane in izjedene, na dnu pa odlaga poplavna voda prst, ilovico in dračje.

222. Mala jama Pod stenami (gl. sl. 8). Lega: 51 m 310° SZ od Severozahodne štirne Pod stenami. Višina vhoda ok. 442 m v nivoju struge, ki teče po njej voda od Štirn Pod stenami proti severozahodnemu oglu Babinega dola. Dolžina 18 m. Opis in načrt I. Gams.



Sl. 7. — Fig. 7.

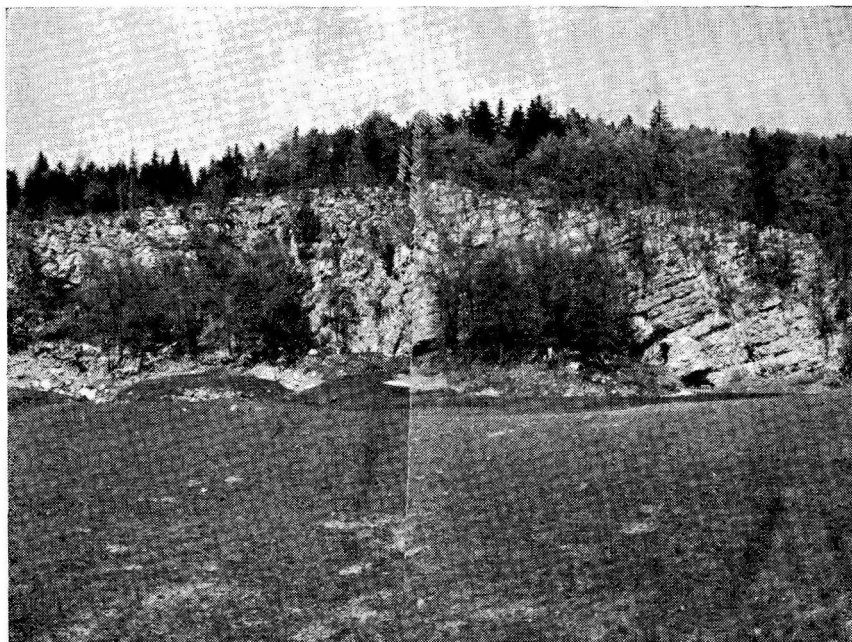


Sl. 8. — Fig. 8.

Naravni vhod v jamo je 2 m iznad sedanjega umetnega vhoda, ki ga je dal s prebojem 1 do 2 m debele stene leta 1824 odpreti graščinski uradnik iz Haasberga Fortunat, da se je v njo lahko iztekala voda že ob nižjem stanju. Zato imenuje Putick (1889, 64) jamo po njem. Jama poteka v smeri skladov v podnožju sten. Plosko dno pokrivajo prst, ilovica in dračje. Umetni vhodni rov hitro preide v naravno votlino, ki je nastala ob razpoki s smerjo 120°. V jugovzhodni steni se ob njej odpira špranja, v stropu pa kamin, ki voda

ob suši skozenj kaplja, po deževju pa curlja. Ob navpični steni se strop zniža na 1,7 m in se v tej višini nadaljuje do sklepa jame. V ilovnato dno se tu vglablja 1 do 2 m globok in 2 m dolg jašek. Strop je poševen in gladek, ker poteka ob leziki skladov, ki vpadajo za 20° proti 306° SZ.

Ob vhodu v jašek so ostanki tramov, ki so jih bili postavili tudi pred samo jamo, da plavni les ne bi zatrpal požiralnika (št. eksk.



Sl. 9. Pod stenami. Pri požiralnikih sega naplavna ravnica do skalnega brega, drugod pa je v podnožju sten grušč. Na sredi Velika jama, na desni. s plotom pred vhodom, Mala jama Pod stenami. — Fig. 9. Pod stenami (Under the Walls). Near the swallows the flooded plain reaches the rocky border, elsewhere rubble covers the feet of the walls. In the middle Velika jama (the Large Cave), on the right, with a fence in front of the entrance Mala jama Pod stenami (the Little Cave Under the Walls)

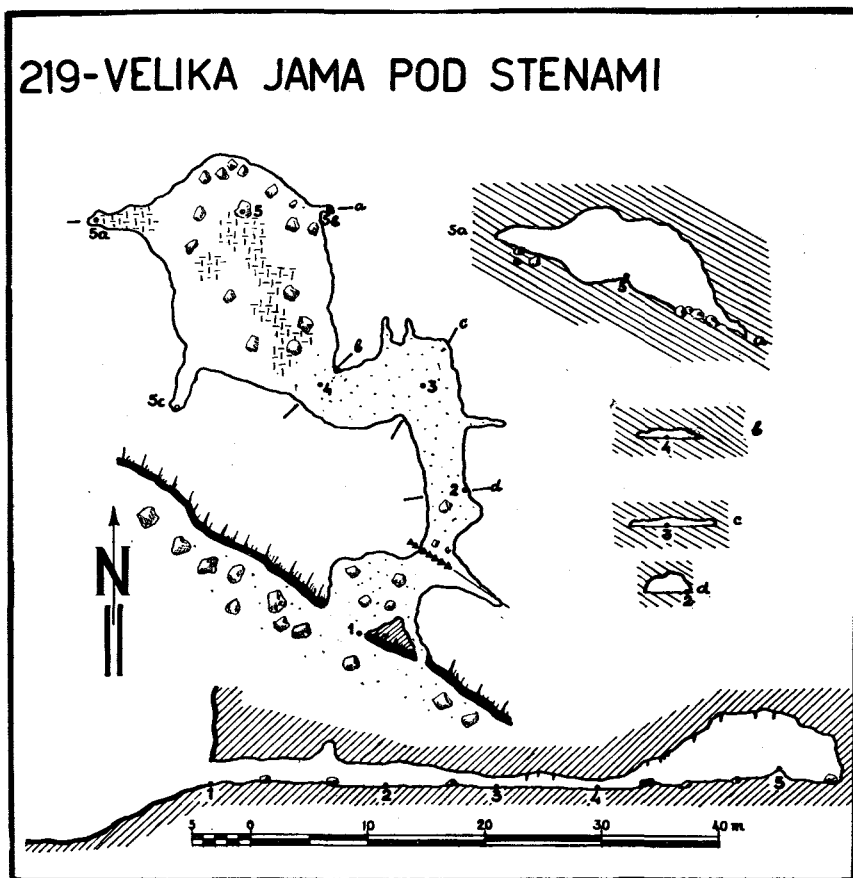
Foto A. Serko

850 in 520). Dasi so te naprave obnovili v 50. letih tega stoletja, jih je voda že uničila. Visok ilovnat vršaj v severnem oglu jame priča, da prihaja poplavna voda tudi s te strani. Zaradi močnega vodnega toka so jamske stene gole in izprane. Deroča voda tudi sproti uničuje sigo, ki jo odlaga kapnica iz kamina v vhodni dvorani.

V sklepnem kotu pod stropom je 5 cm široka špranja ob leziki, ki je skozenjo 15. maja 1950 pihal hladen zrak. To kaže, da je jama povezana z večjimi podzemeljskimi prostori. Iz zapisnika št. 830

z dne 11. julija 1937 povzemam, da vodi lezika v globino in da pade kamen, če ga vržemo vanjo, v vodo.

Temperatura zraka 4. avgusta 1933 pred vhodom 14° , v severnem koncu jame $12,8^{\circ}$; 15. maja 1960 pred vhodom 15° , na koncu 10° C.



Sl. 10. — Fig. 10.

219. Velika jama Pod stenami (gl. sl. 10). Lega: 175 m 314° SZ od Jugovzhodne štirne Pod stenami in 500 m 46° SV od kote 546 m na Lanskem vrhu. Višina vhoda ok. 448 m, 6 m nad dnom struge Pod stenami; dolžina 62 m. Načrt in opis I. Gams. Tudi to jama je razširil Fortunat (Putick 1889, 65).

Jamski vhod je v podnožju 15–20 m visoke stene, ki poteka v smeri vpadnice skladov ($310/10^{\circ}$). V širšo vhodno votlino prihaja dnevna svetloba tudi skozi poševno razpoko, ki je nastala ob na-

vpičnem prelomu. Proti njemu je usmerjen ob visoki vodi potok, ki ponika dobrih 10 m pred stenami v obzidani, 12 m globoki požiralnik konec korita (gl. kat. št. 493). Po prvih 10 metrih preide strop v kamin, ki prihaja skozenj kapnica. Je ob razpoki, ob kateri je v jugozahodni steni daljša špranja. Od t. 3 naprej poteka rov v smeri skladov, strop pa je tu visok le 0,5 do 0,8 m, dasi se jama razširi. Za t. 4 se strop naglo dvigne in votlina preide v dvoranico, ki so v njej stene spodaj temne, više gor pa vedno svetlejše, ker so obložene s sigo.

Dno, ki je do tod vodoravno in pokrito z naplavljenjo prstjo, ilovico in dračjem, se rahlo dviga proti SZ. Izpod dračja mole v dvoranici sigove kopice, ki jih tvori kapnica. Stene v vhodnem rovu in nižjih delih dvoranice so izprane, zglajene in brez sige. Kadar se dalj časa zadržuje poplavna voda, pušča na njih slamo in travino. Maja 1960 je ta material segal 1,7 m visoko nad jamsko dno.

Temperatura zraka 15. maja 1960 pred vhodom v jamo 14,0°, pred sklepom jame 10,0° C.

Doslej obravnavane jame so obdobjno aktivni požiralniki Pod stenami z naslednjimi značilnostmi: dna so ravna in ilovnata in jih ne izperejo niti največje povodnji; do kamor te segajo, ni sige; širine rogov so znatne in dokaj enakomerne; njihove stene so izprane in pričajo o preoblikovalni moči tekoče vode; rovi sežejo od 6 m iznad struge do 14 m pod njo ter potekajo večinoma v smeri skladov, medtem ko ima pobočje Pod stenami smer vpadnice skladov. Dokazano je, da so jame urejali vsaj že v začetku 19. stoletja, ne da bi pri tem dosegli vidnih uspehov. Že to, da so pri odkopavanju ilovice Pod stenami trčili vedno na nove špranje, priča, da je na kraju Babinega dola vse polno rogov. Vendar voda tudi v očiščene rove ne dere, ker jo zadržujejo ozka grla v širokem odtočnem podzemlju severno od tod. Če bi ne bilo teh grl, bi namreč doslej opisani požiralniki lahko sami odvajali vso vodo, saj merijo njihove vhodne odprtine skupno 48 m². Urejanje požiralnikov je bilo torej tu kakor tudi marsikod drugod brez haska (Gams 1959, 45). To potrjujejo tudi teoretska kraška hidrološka spoznanja (Jenko 1959, 216).

Skednena jama s soslednjimi brezni

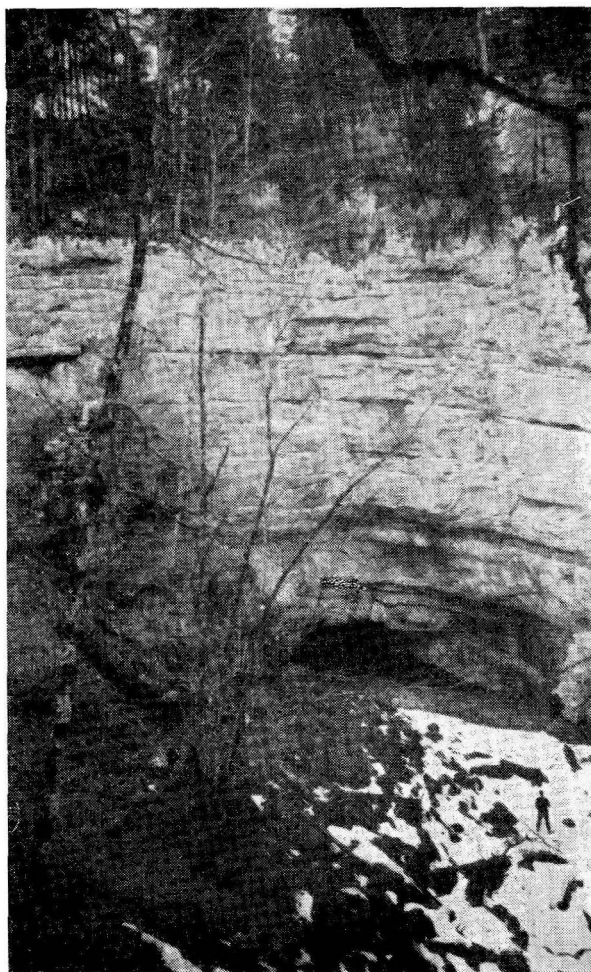
Na severnem kraju Babinega dola so blizu večjih požiralnikov Pod stenami Skednena in Vranja jama, na zahodni strani Laz severno od požiralnikov pa Logarček. Verjetno je zato v te severne dele polja, kamor drže rokavi Unice, že dolgo usmerjen odtok z Babinega dola.

224. Skednena jama (gl. sl. 11). Lega: 1600 m 326° SZ od cerkve na Jakovici in 650 m 35° SV od kote 546 m na Lanskem vrhu. Višina vhoda 483 m, dolžina 209 m, globina 30 m. Opis I. Gams, načrt S. Štefančič. Jamo prvi omenja Putick (1889, 67).

SKEDNENA JAMA



Sl. 11. — Fig. 11.



Sl. 12. Severni vhod v Skedneno jamo pod 50 m visoko steno koliševke. Zaradi inverzije temperature je spomladi na dnu koliševke še sneg. —
Fig. 12. The N entrance in the Skednena Cave under 50 m high wall of a depression. Because of the temperature inversion in spring snow is covering the bottom of the depression

Foto J. Hafner

Južni vhod je ob severni steni udorne vrtače; le-ta je ena izmed vrtač, ki se tu vrste druga za drugo v smeri 280° do vrtačastega dola ob severozahodnem oglu Babinega dola. Jamo lahko razčlenimo na tri dele.

V prvem delu visi dno proti S; pokriva ga ostrorobot grušč, dasi na stenah in na stropu ni videti recentnega krušenja. Stene so

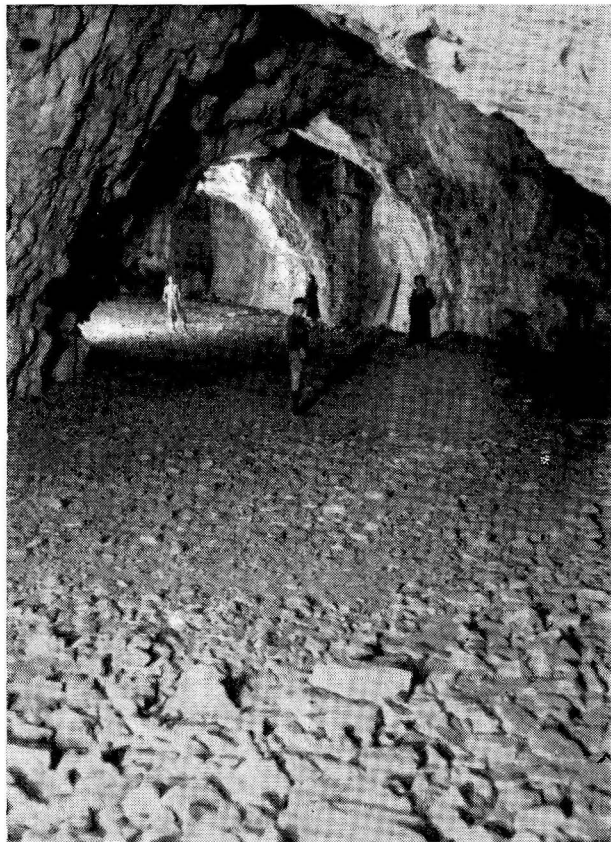
ponekod gole, ponekod pa pod sivorjavkasto sigo. Na stropu je več masivnih kapnikov, ki so nekateri od njih izoblikovani v skali. Spranjaste zajede v stropu pričajo o razpokah v severni smeri. Ker imajo to smer tudi pokline v stenah na severozahodnem oglu Babinega dola, je Skednena jama verjetno nastala v pretrtem pasu, tako kot zahodno pobočje Lanskega vrha. Kraj stropa je kaminsko okno z dnevno svetlobo. Poševna stena pod njim je debelo zasigana; le tam, kjer pada dežnica skozi okno naravnost na njo, je gola in razgibana v skalne žlebiče. Kapnica, ki pronica v bližini tega okna skozi 8 do 10 m debeli strop, na steni že odlaga sigo, ker se pri pretoku skozi apnenec relativno hitro zasiti.

V drugem delu jame je dno ravno in ga pokrivajo kosi sige, ki so verjetno odpadli s stene, a jih je nato zaoblila kapnica. Siga verjetno pokriva še druge sedimente, ki bi jih kazalo raziskati s poskusnimi kopi. Pri t. 5 je sigov drobir zbran v nize debelejših in drobnejših kosov. Taka strukturna tla povzročajo zmrzovanje. Na stropu je več visokih kaminov; nekaj jih je ob razpoki severne smeri. Blizu kaminskega okna se med danjim gruščem in steno lahko splazimo v votlinico, ki prehaja proti JJZ v razpoko. Ker je tu v hladni polovici leta občutno topleje, se na stropu zadržujejo jamske kobilice, pajki in vešče. Včasih se tod nabirajo tudi kondenzacijske kapljice (eksk. 5. marca 1960). Te verjetno pospešujejo rast stalaktitov, ki so mnogo bolj vitki in svetli od tistih v vhodnem delu jame. Na dnu, ki je iz rjavkaste sipke ilovice in grušča, je mogoče doseči skozi luknjo sosednjo votlinico, ki jo zapolnjuje do polovice sigova kopa pod kaminom. Ker so vse stene in dno pod raznobarvno sigo, ki se je ob stenah nabrala v zastore, so temu prostoru dali ime *L e p a v o t l i n i c a*. Rov, ki se odpira pri t. 6, se končuje s plitvimi lijakastimi brezni, ki so nastali pod kamini.

Drugi in tretji del jame veže živokalni prag (t. 6), pod katerim se na ravnem ilovnatem dnu po dežju nabere mlaka. V vzhodni steni se pod stropom odpira ozek okroglast rov. Njegovo dno je iz sige, ki se pod njim polkrožno razširja do dna glavnega rova in tvori del vzhodne stene. Siga je torej zapolnila polkrožni erozijski rov, ki je nekdanj skozenj prihajal večji tok, nakar je šel v isti smeri skozi zadnji oddelek jame proti koliševki.

Tretji del jame poteka v smeri vpadnice skladov proti Z. Ravno dno pokriva grušč. V severovzhodnem oglu rova je večji kamin. ki skozenj stalno priteka voda, ob suši kapljajoč, po dežju pa v curku. Ker je strop debel le okoli 30 m, preseneča stalni dotok. Domala vedno kaplja voda tudi pri t. 7, kjer se na stropu nehajo lezike. Pod omenjenim kaminom in lezikami nastajajo v hladni letni dobi ledeni stebri in kapniki, včasih pa prekrije led vse dno (Kunaver 1953/1954, 114). Tod in tudi pod kamini osrednjega dela jame so našli ledene tvorbe še konec marca (št. eksk. 927). Ob južni vbočeni steni so izrazita poligonalna tla. Tvorijo jih ilovnate krožne ploskve

s premerom 40–120 cm, med katerimi je v nizih sortiran grušč. Jama se konča ob navpični 30 m visoki steni 100 m široke koliševke. Njena stena je na obeh straneh vhoda razpokana v smeri S–J. Dno koliševke je pod južno steno, kjer leže z mahom porasli balvani, najgloblje. Više gor je podobno rastje kot v Vranji jami (gl. str. 34).



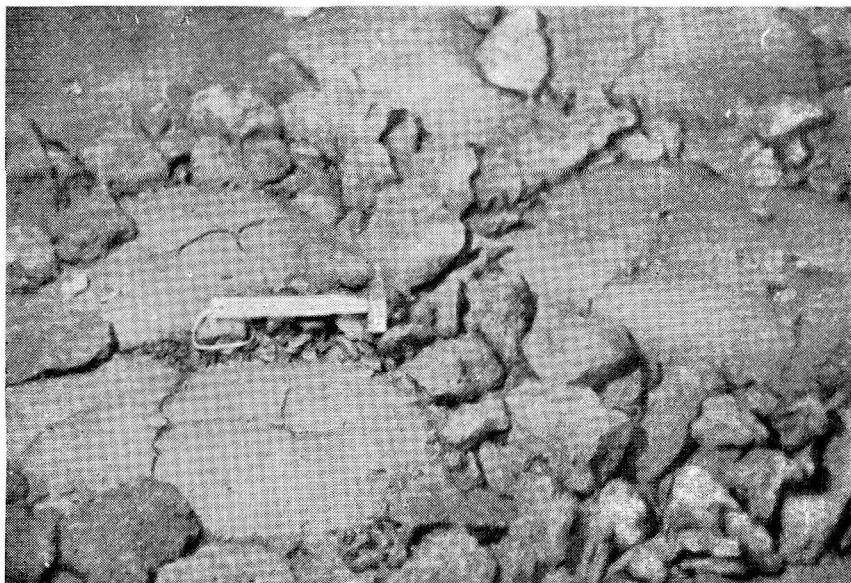
Sl. 13. Skednena jama. Pogled od severa na srednji rov, kjer so ravna tla iz samega grušča. — Fig. 13. Skednena Cave. View from N on the middle channel, where the even ground is composed of rubble only

Foto A. Šerko

Površje severno od koliševke je tako razdrobljeno, da je težko prehodno.

Ker je okolica Skednene jame v gozdu, ki zmanjšuje vetrovnost, in povezuje jama dna dveh večjih kotanj, se v njej nabira pozimi hladen zrak s temperaturo pod lediščem. Ta vztraja pozno v pomlad predvsem zato, ker ga zadržuje temperaturna inverzija v koliševkah.

lepa votlinica in poševni rov pri t. VI imata isti čas temperaturo 7 do 8° C. V tem rovu nastaja na ostri meji med spodnjim hladnim in zgornjim toplim zrakom včasih megla, na njegovem stropu pa se nabirajo kondenzacijske kapljice. Zaradi dolgotrajne zmrzali so se izoblikovala v glavnem rovu strukturna tla in uveljavljali so se procesi, ki so lastni periglacialni pokrajini. Dne 3. decembra 1961 ob 14.50^h je znašala temperatura zraka pri t. 7 7,3°, kapnice 7,7°, njena celokupna trdota pa 128 mg/l.



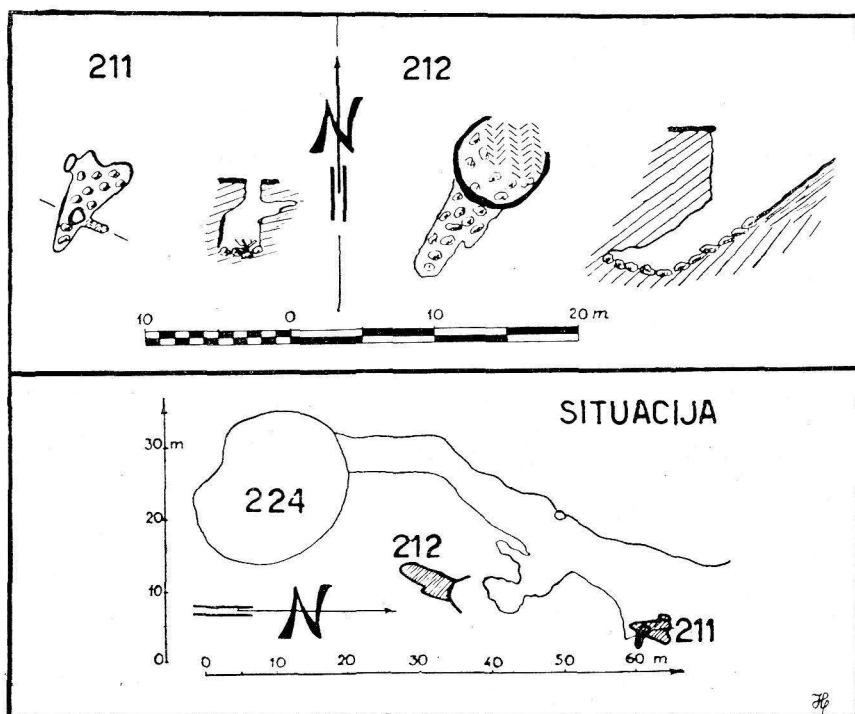
Sl. 14. Skednena jama. Poligonalna tla na severnem koncu jame, kjer je okoli ilovnatih hlebčkov sortiran grušč. — Fig. 14. Skednena Cave. Polygonal ground in the N end of the channel, where round the clayey loaves assorted rubble is to be found

Foto I. Gams

Enakomerna širina drugega in tretjega dela jame, ki imata erozijski prečni profil, kažeta, da ju je izoblikoval večji tok, ki je verjetno prihajal iz tal na stiku poševnega in vodoravnega dna (med t. 3 in 4). Vhodni poševni rov je verjetno nastal zaradi rušenja stene ob razpokah v severni smeri. Pri t. 6 je sprejemal večji dotok in zavil proti Z. Ko pa se je z rušenjem stropovja v jami odprla koliševka in se je znižal še odtok sosednjega Babinega dola, je ostala jama na suhem, dasi sega dno koliševke le okoli 450 m visoko. Ker na stenah in stropu ni znakov, da bi z njih intenzivno odpadalo kamenje in siga, ki pokrivata tla, so gruščnate in sigove gmote na dnu verjetno iz hladnih pleistocenskih obdobj. Za najbolj mrzla

obdobja lahko domnevamo, da je v jami obstajal bolj ali manj trajen led.

212. Brezno I pri Skedneni jami (gl. sl. 15). Lega: 47 m SSV od južnega vhoda v Skedneno jamo. Višina vhoda 492 m, globina 5 m. Opis in načrt I. Michler.



Sl. 15. — Fig. 15.

To dvojno brezno z naravnim mostom v smeri S—J je nastalo ob razpoki, ki je opazna tudi v Skedneni jami. Stene so proti dnu škrapaste in mestoma zasigane. Dno pokriva grušč.

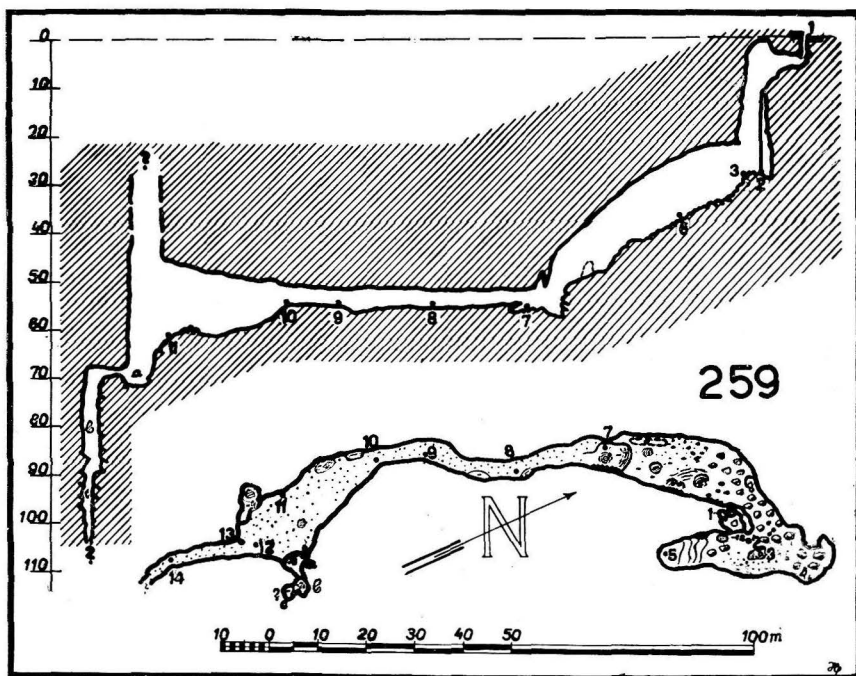
Severno od brezna je na površju nad Skedneno jamo (med t. 4 in 5) nekaj metrov širok skalnat pas s škrapljami in razbrazdanim kamenjem. Ta pas je za pol metra višji od okolice, kjer se uveljavlja prst, in zavije podobno kot jama sama proti koliševki, ki jo doseže S od jamskega vhoda. Vse kaže, da je nastal na bolj natrtih apnencih.

213. Brezno II pri Skedneni jami (gl. sl. 15). Lega: 25 m SSV od Skednene jame. Globina 6 m. Načrt I. Michler.

Brezno se odpira nad Lepo votlinico v Skedneni jami. Južna stena je navpična, severno pobočje pa je zložnejše in se zaključí z vršajem grušča, ki sega v dno proti S usmerjenega brezna. Zapisnik iz leta 1937 pravi, da se udor »nadaljuje v kratkem rovu, ki sega pod cesto pod udorno vrtačo, kjer je vhod v Skedneno jamo« (št. eksk. 841).

Najdena, Vranja in Mrzla jama

Po Puticku je možen dostop do podzemeljskega toka Ljubljane še po Lippertovi jami. Ta jama je vabila k ponovnemu raziskovanju, vendar je niso mogli več najti. Ko ni uspelo iskanje



Sl. 16. — Fig. 16.

severno od Vranje jame, kjer jo ima vrisano Putick (1889, sl. 2 v prilogi), so jo skušali najti še z geodetsko izmero. Pri tem so odkrili l. 1932 majhno **Odkopano brezno** (kat. št. 209), o katerem pravi zapisnik (št. eksk. 284): »Brezno je presledek med skladi. V ozko razpoko je mogoče zlesti le nekaj metrov. Na dnu je voda s temperaturo 7,65° C.«

Leta 1937 so naleteli pri ponovnem iskanju Lippertove jame na luknjo z vhodom 75 × 50 cm, ki je bila zakrita z dračjem. Ko so jo kasneje raziskali, so jo imenovali

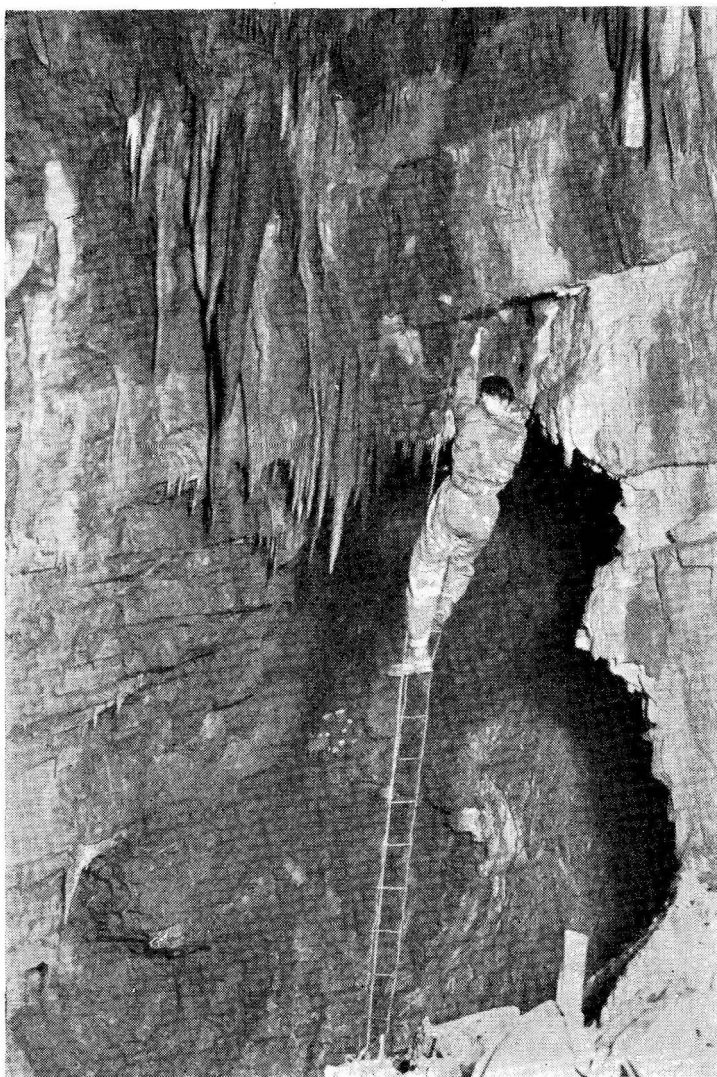


Sl. 17. Vhod v Najdeno (Lippertovo?) jamo. Vanj se spušča A. Šerko. —
Fig. 17. Entrance in the Najdena (Lippertova?) jama (the Found [Lippert's]
Cave). A. Šerko is descending into

Foto F. Bar 1937

259. Najdena (Lippertova?) jama (gl. sl. 16). Njena lega je po opisu 250 m SSZ od Vranje jame. Višina vhoda ok. 550 m, dolžina 233 m, globina 105 m. Opis in načrt A. Šerko.

Navpična ozka špranja na dnu vrtače se po 6 m razširi v večje brežno, ki se odpira v poševno dvorano. Večji del njenega dna



Sl. 18. Spust skozi vhodno brezno Najdene (Lippertove?) jame. — Fig. 18.
Descent through the entrance pothole of the Found (Lippert's?) Cave

Foto F. Bar

sestavlja nasipni stožec. Na spodnjem koncu se odpira plitvo vodnjakasto brezno, kjer gradi kapnica sigove ponve. Preko brezna je mogoče doseči 50 m dolg star erozijski rov, kjer so kupi odložene ilovice, ki jo je voda kasneje izpodkopavala in si ustvarila plitvo strugo. Ta se zajeda tudi pod zasigano ilovico.

Erozijski rov preide v večjo vrečasto dvorano s sigovimi kopami na dnu. V njeni zahodni steni se odpira dvoranica, na nasprotni strani pa je 5 m globok vodnjak, kamor curlja voda iz ogromnega kamina. Nekaj nad dnom, kjer se nabira kapnica, je v steni več metrov dolga luknja, ki se prevesi v 35 m globoko brezno z lužo na dnu.

Vrečasta dvorana ima nadaljevanje tudi v južni smeri. Tja drži vodni rov, ki se njegov strop tako povesi, da ni več prehodan. Ker je tod skozi vedno pihalo, so si skušali raziskovalci izsiliti nadaljnjo pot. Kljub ponovnemu odkopavanju in razstreljevanju (3. — 4. VII. 1937, št. eksk. 801; 2. IV. in 10. IX. 1939, št. eksk. 1000 in 1118) pa so napredovali mimo sigove kope, ki so jo bili odkrili pod danjo ilovico, le za 1 do 2 m. Vendar ostaja upanje, da bi z nadaljnjim razstreljevanjem prišli v nove prostore, ker se kamen, vržen v neprehodno ožino, kotali 6 m navzdol, nakar pade na ilovico. Vsekakor je Najdena jama nova sled večjega odtoka z Babinega dola.

88. Vranja jama (gl. prilogo I). Lega: 446 m 61° SV od kote 546 m na Lanskem vrhu in 1250 m 335° SZ od cerkve na Jakovici. Višina vhoda v vhodno koliševko 510 — 515 m, dolžina 326 m, globina skupaj s koliševko 90 m. Opis I. Gams; načrt J. Kunaver (Veliki in Suhi dol), I. Gams (Vodni rov in Urbasov prehod), S. Pirnat (Mrzla jama).

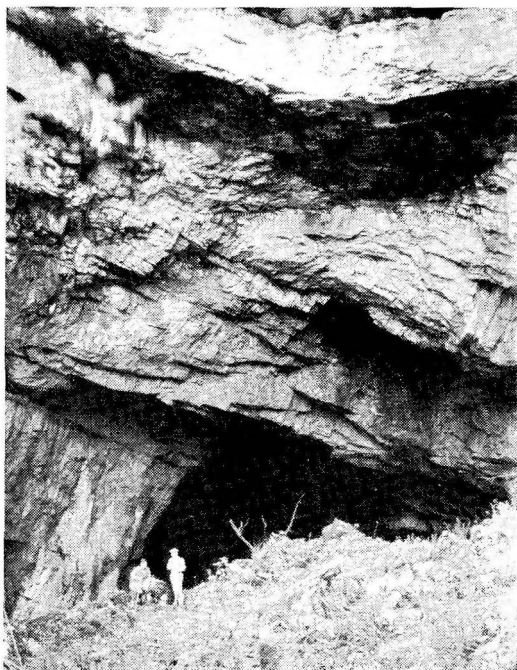
Jama je na severnem obodu Babinega dola, od koder se površje do višine 500 — 520 m naglo, zatem pa počasi dviga do kraja več sto metrov široke vrtače Smrečine. Vrtača je na topografski karti označena z globino 40 do 50 m, njeno dno pa je v nadmorski višini nekaj nad 500 m. Vedno suho dno v tako nizki legi dokazuje hitro znižanje vodnega odtakanja z dolomitnega praga, v katerem je polje. Po K o s s m a t u (geol. karta) poteka mimo Vranje jame in Smrečine meja med hamidnimi in rudistnimi krednimi apnenci. Ta meja pa ni povsod tudi meja med starejšimi in mlajšimi krednimi sloji (K o s s m a t 1905, 35) in torej ni vedno tektonska.

V opis Vranje jame sem vključil tudi vhodno koliševko in Mrzlo jamo, ker sta z njo v genetični zvezi.

Vhodna koliševka je 90 m dolga in do 60 m široka. Globina njenega gruščnatega dna narašča proti S in prehaja v Veliki rov Vranje jame, ki se odpira v vsej južni steni koliševke. Že to dokazuje njen udorni nastanek nad nekdanj enotno jamo. Vrh tega so opazne na obeh straneh te stene razpoke, ob katerih se je udrl strop.

Strop Velikega rova v Vranji jami visi hkrati s skladi proti J, v smeri SSZ (ok. 300°) pa ga prečkajo še tri razpoke. Ob eni od njih je nastal velik kamin, ob tretji razpoki pa je sklepna južna stena tega rova. Pred to steno je večja jama V o d n i r o v, ki seže niže, kot je aluvialna ravnina Babinega dola (ok. 440 do 444 m). Zato se zлива voda takrat, ko je Babin dol poplavljen, tudi sem in je potem takem Veliki rov skupno z Vodnim rovom nekako merilo hidrografskega stanja Pod stenami.

Veliki rov se razveji v Suhi, Zvezni in Vodni rov. Dno Suhega rova, ki se začneja z 1 do 2 m visoko stopnjo, je skrajša gruščnato, v notranjosti jame, kjer je bolj ravno, pa je vedno več sige in kapnikov. Na severnem kraju je med debelimi skladi vložek tenko-skladovitih apnencev. Razpoke, ki prečkajo rov, so usmerjene proti JJV. Kraj prve prepoke (t. 7) se odpira v stropu ob desni umaknjeni steni pod kotanjo visok kamin. Ob naslednji razpoki kraj vzhodne



Sl. 19. Vhod v Vranjo jamo pod steno koliševke. — Fig. 19. Entrance into the Vranja Cave under the wall of the depression

Foto J. Hafner

stene je obilo sige in kapnikov na dnu in na stropu. Od tod se rov proti J spušča v kotanjo, kjer je na dnu grušč in so udrti skladi. Ob njeni vzhodni steni se je odlomila 10 m dolga skala, ki priča, da se stropovje ob leziki pogosto kruši. Končno preide rov v ozko zasigano špranjo.

Tako kot Veliki rov se tudi Vodni rov znižuje proti J hkrati s skladi, ki vpadajo za 29°. Zato je vzbočeni strop gladek. Dno pokriva mastna ilovica, ki jo odlaga poplavna voda. Dne 15. V. 1960 smo z altimetrom ugotovili njeno gladino v nadmorski višini 421 m. Kadar je voda visoka, zalije ves rov. Zdi se, da je vzhodna stena Vodnega rova nastala ob isti razpoki kot vzhodna stena koli-

ševke in Velikega rova. Vendar je razpoka sredi stropa na vhodu Vodnega rova mnogo bolj vidna. Prečne razpoke imajo isto smer kot v Velikem rovu. Ob prvi razpoki je zahodna stena izbočena, v lijakasto ilovnato-gruščnato dno ob njej pa ponika po vseh znakih sodeč poplavna voda. Pri t. 23 je ob razpoki večji kamin.

Zvezni rov je med Suhim in Vodnim rovom. Tudi njegovo ilovnato in gruščnato dno skraja rahlo visi proti J. Ker ga vsega poplavlja voda, je brez sigovih tvorb. Na koncu se rov razširi v dvoranico, ki je njena sklepna gladka stena nastala ob razpoki v smeri 200°. Tu so vklesane stopinje, ki je po njih moč priti pod strop 7 m visoke špranjaste odprtine, pod katero je vhod v Mrzlo jamo. Ker je ta prehod prvi opisal A. Urbas (1849, št. 37), ga je Putick (1889, 72) imenoval po njem.

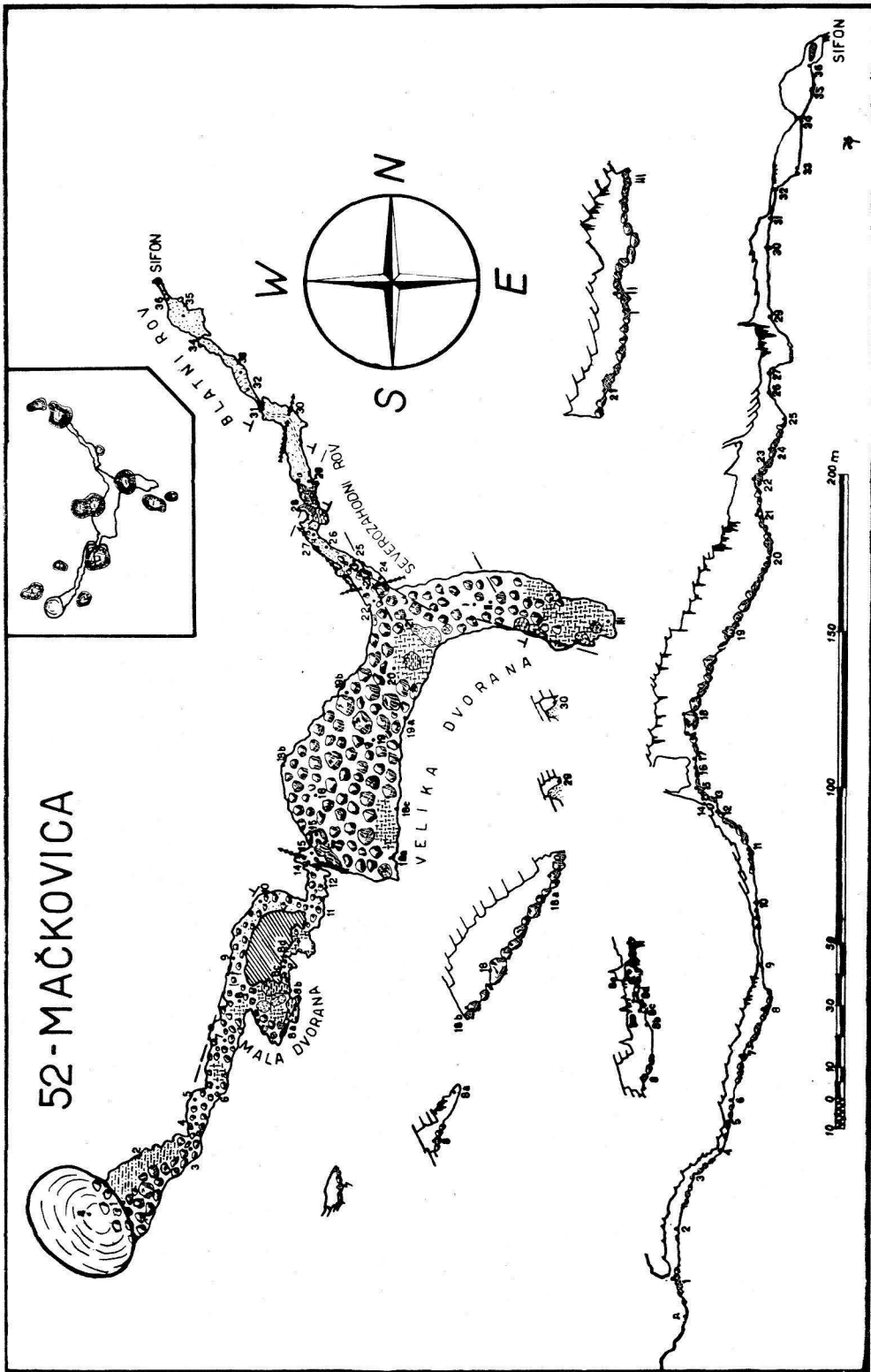
Mrzlo jamo (kat. št. 106) smatrajo nekateri za samostojno votlino. Sestoji iz rova, ki vodi iz Urbasovega prehoda polagoma navzgor, in iz trioglate podorne votlinice, ki močno visi proti S in se ujema s smerjo vpadnice skladov. Njena severozahodna stena je gladka in je nastala verjetno ob tektonski drsni ploskvi, nad njenim vhodom pa je v skladih opaziti navpično razpoko, iz katere je 3. V. 1960 kljub suhemu vremenu kapljala voda. Ta pozimi gotovo prispeva k tvorbi ledenih kapnikov, ki jih je tu vse polno. Votlinica se odpira navzven z 2 do 3 m visoko luknjo v podnožju nižje stene.

Iz Mrzle jame, ki je njen vhod okoli 18 m iznad Babinega dola, torej nekako v višini 463 m, pogosto veje mrzel veter, ki ga je čutiti, posebno kadar piha sever, po vsem dolastem pobočju do Babinega dola. Verjetno so jamo prav zato tako poimenovali, saj je nekakšen ventil hladnega zraka iz vse Vranje jame in iz koliševke, kjer pride do inverzije temperature. Zato piha zrak v Zveznem rovu po navadi proti Mrzli jami. Poleti ohlaja zrak tudi voda v Vodnem rovu. Dne 19. IX. 1893 je bila pred koliševko temperatura zraka 14°, v Mrzli jami 7,8°, na dnu koliševke 6°, mlaka pa je imela 6° C (Martel 1894, 462).

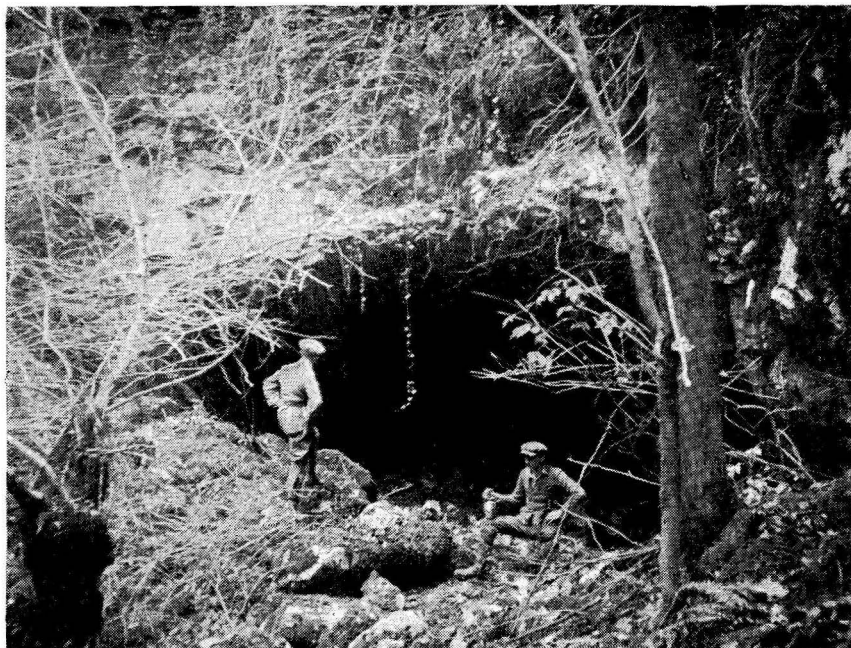
Dne 19. III. 1960 je stala voda do vrha Urbasovega prehoda (t. 4), ki je v nadmorski višini okoli 447 m. Da ima poplavna voda zvezo z vodnim tokom, dokazujejo proteji, ki so skoraj vedno v Vodnem rovu in so jih tudi že našli konec Velikega rova. Zvezo potrjujejo tudi merjenja temperature. Dne 9. X. 1927 je imel zrak konec Velikega rova 5,8°, v Vodnem rovu 8,0°, voda pa 11,3° C (št. eksk. 136). Dne 29. III. 1931 je imela voda na koncu Velikega rova 6,75°, ob vhodu v Zvezni rov pa 7,6° C. Takrat je bil na dnu koliševke še sneg (št. eksk. 231). Dne 30. IV. 1933 je imela voda na koncu Velikega rova 9,8° do 10,2°, kapnica pa komaj 3,75° C (št. eksk. 318). Dne 4. XII. 1961 je imel v Vodnem rovu zrak 6,0°, voda 8,6° C, njena celokupna trdota pa je znašala 101 mg/l; ustrezni podatki so bili takrat v Suhem rovu za zrak 6,4°, za vodo 5,4°, za njeno trdoto pa 71 mg/l.

Pozimi veter ne more izriniti hladnega zraka iz jame, ker je takrat Zvezni rov navadno zalit z vodo. Poleti doseže temperatura

52-MAČKOVIĆA



zraka največkrat vrh koliševke 15° , na dnu Velikega rova 6° , voda v Vodnem rovu pa $7,5^{\circ}$ C. Dasi je Suhí rov visok in širok več metrov, obstaja tu pozimi med vhomom in toplejšim koncem občutna razlika. Ledena skorja in ledeni kapniki se pozimi naberejo predvsem ob vhomu. Da je zrak na dnu Velikega rova hladen še dolgo v pomlad, dokazuje tudi debela ledena skorja, ki prekriva vodno gladino in se po



Sl. 21. Vhom v Mačkovico. -- Fig. 21. Entrance into the Mačkovica Cave

Foto V. Bohinec

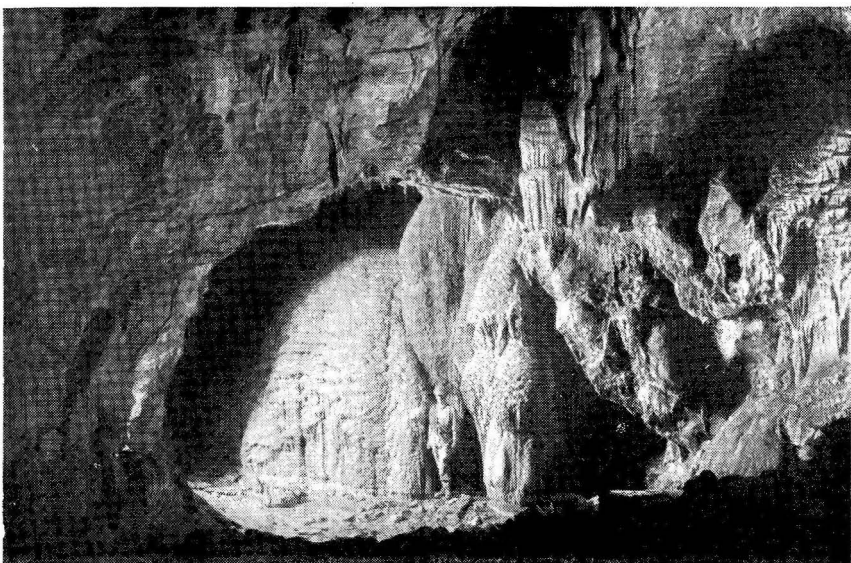
njenem upadu razlomi ter posede na jamsko dno (Kunaver 1953/54, 111—112).

Vranja jama je svojevrstna tudi po razvejanosti rokavov. Suhí rov je skoraj vodoraven, Vodni rov visi navzdol, Mrzla jama pa se strmo dviga. V obeh vzhodnih rokavih, Suhem rovu in Mrzli jami, prevladujejo razpoke iste smeri (ok. 200°), prav tako tudi v zahodnih rokavih, v Velikem in Vodnem rovu (ok. 300°). Tudi skladi so v obeh delih v različni legi. Ti vpadajo v zahodnem delu proti J, v vzhodnem delu na vhomu v Mrzlo jamo pa proti JJZ. Zdi se, da je vmes prelomnica in so se tu skladi različno premaknili. Brez dvoma je tudi prelomna razpokanost pripomogla k nastanku koliševke pred jamo. Za to, da se pod njenim dnom voda še danes pretaka oziroma da so pod njenim višjim severovzhodnim dnom votline,

pa pričajo tamošnji dihalniki (gl. načrt). Skoznje veje pozimi topel zrak, ki hitro topi snežno odejo. Dne 17. januarja 1960 je imel jamski zrak, ki je pihal iz dihalnika na površje, 6° , zrak na prostem pa -7° C.

Nad Vranjo jamo ni vrtač. Površje je skalnato in nad Velikim rovom rahlo napeto, tako kot je to marsikod nad gosto razpokanimi skladi.

Rastje v koliševki verjetno kaže na vegetacijski obrat. Na dnu so mahovi, ki prehajajo navzgor v higrofilno travino in brez grmičevja



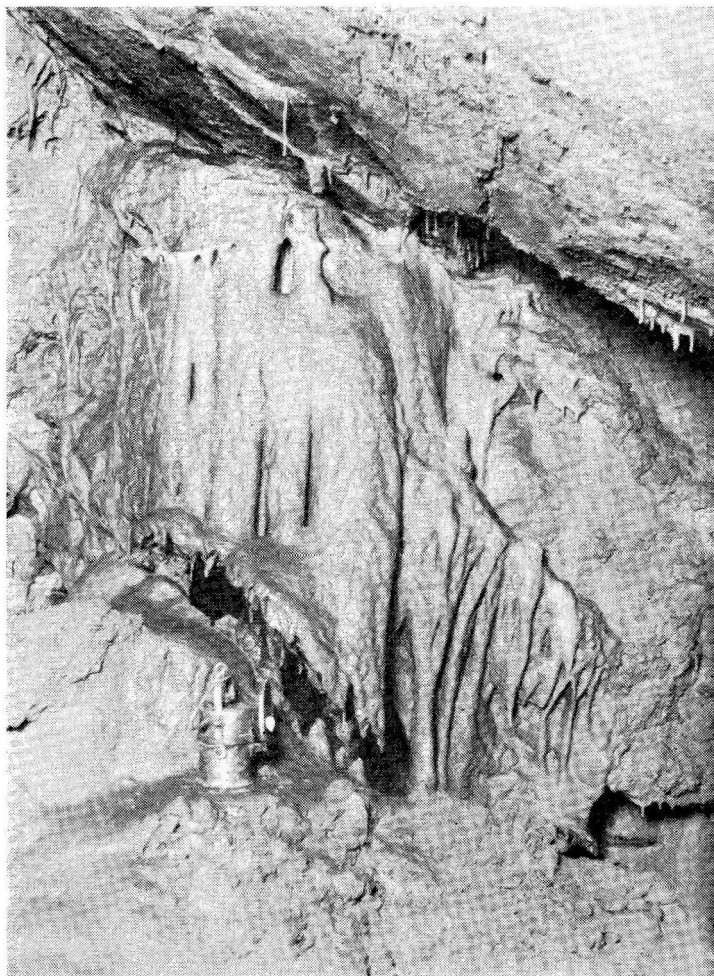
Sl. 22. Mačkovica. Precej zasigan prehod iz Male dvorane v Zvezni rov. Polica na stropu nad jamarjem je preostanek sige, ki je nekdanj zapolnjevala ta prostor. — Fig 22. Močkovica Cave. Rather sintered passage from the Little Hall into The communication channel. The board on the ceiling above the cave explorer is a rest of sinter which in times past filled out this room

Foto R. Kenk

takoj v drevje. Pred vhodom v Veliki rov razodevajo izraziti fototropizem *Cardamine trifolia* L., *Cardamine (Dentaria) pentaphyllos* (L.) R. Br.?, *Omphalodes verna* Much., *Latyrus vernus* (L.) Beruch (št. eksk. 150).

52. Mačkovica (gl. sl. 20). Lega 250 m 86° VSV od šole v Lazah in 500 m 233° JJZ od žel. postaje Planina. Višina vhoda 478 m, dolžina 530 m, globina 44,5 m. Opis I. Gams, načrt R. Gospodarič in M. Bukovec (konec severozahodnega rokava).

Vhod je iz spodmola na severnem prepadnem kraju 8 m globoke udorne vrtače, ki se odpira na položnem pobočju Planinskega polja



Sl. 23. Mačkovica. Robna razpoka v jugozahodnem oglu Velike dvorane. —
Fig. 23. Mačkovica Cave. The fissure of the bord in the SW angle of
the Large Hall

Foto F. Bar 1960

vzhodno od Laz. Iz spodmola vodi navzdol v smeri skladov, ki je v vsej jami ista (290—300° z vpadom okoli 24° proti ZSZ), nizek, večidel skalnat vhodni rov z nekaj grušča in sige na tleh. Razpadel les na začetku rova je ostanek vrat, s katerimi je pred več desetletji zadelal vhod v jamo lastnik tamošnjega zemljišča Kremenšek iz Laz (št. eksk. 65 od 8. avgusta 1926). Rov se zravnja in razširi v Malo dvorano. Njeno dno visi proti JV do ponvice s skalno kapnico, ki odteka v nižje votlinice pod steno. Po njih teče ob visoki poplavi

Planinskega polja potok. Dne 31. oktobra 1960 so znašale v Mali dvorani temperature zraka 7,2°, kapnice 7,0° in potoka 10,4°, temperatura vode v jezeru na Planinskem polju pod Mačkovico pa 12,1° C. Ti podatki in znaten pretok (nad 100 l/sek) dokazujejo, da se skozi Mačkovico odtekajo včasih vode s Planinskega polja. Na severnem kraju ravnega dna polja je pod Mačkovico aluvialen požiralnik.

Od vzhodnega konca Male dvorane se odpira rov proti S. Njegove stene in neravno dno so večinoma zasigani. Sigove police na stenah pričajo, da je ta rov in Malo dvorano nekdaj zapolnjevala siga. Zvezni in glavni rov veže komaj prehodna razpoka vrh sigove kope (za t. 8 e), od koder je še 30 m do Velike dvorane.

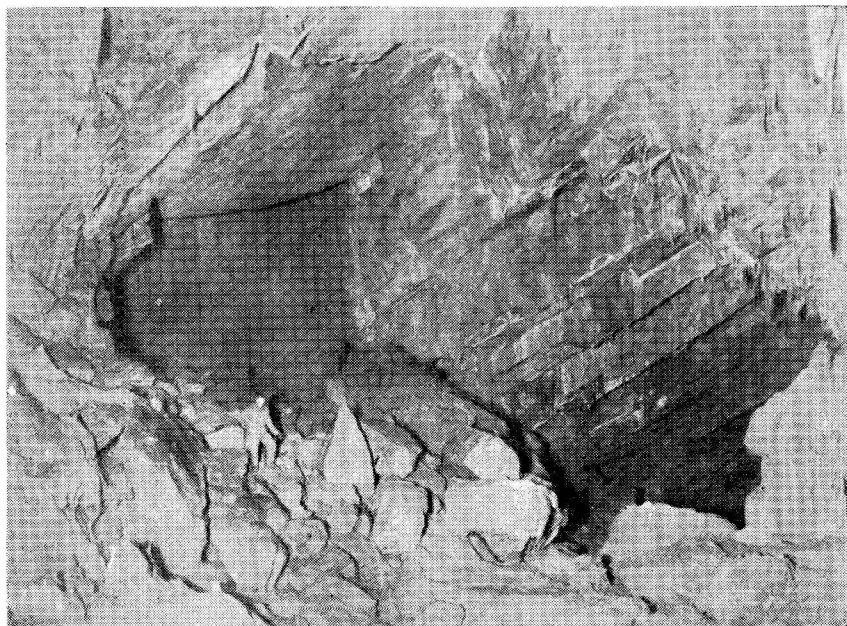
V tem odseku pokriva dno glavnega rova sprva siga, potem ilovica in končno podorno skalovje. Med t. 11—15 se strop v prepokanih skladih hitro dvigne, vendar segajo skalne ruševine tako visoko, da je med njimi težko najti prehod navzgor. Nad vrhom kupa izredno razdrobljenega skalovja gre prelom v smeri 285°. Od tod se je možno preriniti med desno steno in podorom ali pa naravnost skozenj naprej v Veliko dvorano. To je 16—38 m širok, 150 m dolg in 6—18 m visok nad 30.000 m³ velik prostor. Na njegovem dnu je podorno skalovje, ki ga le redko kje zaliva siga. Da se dno še ni ustalilo, dokazujejo v južni polovici dvorane, ki se nagiba proti V in S, 1—20 cm široke razpoke med stenami in podornim dnom. Te najbolj izstopajo tam, kjer vise s stene do tal siga ali kapniki, med katerimi jih je nekaj tudi po dvakrat pretrganih (gl. sl. 11). Starejše špranje je ponekod zalila siga, v mlajših pa so kalcitni kristali (št. eksk. 871). V jugovzhodnem delu dvorane so na podoru tudi poševni stalagmiti, katerih podlaga se umika kapljajoči vodi. Bližnji navpični rov, ki je niže med skalnimi bloki neprehoden, kaže, da je živoskalno dno globoko pod podorom. Robna razpoka je tudi v votlinici pred dvorano (t. 12) in na prehodu iz dvorane v severozahodni rov. Na jugovzhodnem koncu dvorane je konglomerat, ob vzhodni steni pa je nekaj več sige in sigovih kadunjev, kjer se po deževju (npr. 29. oktobra 1960) zadržuje voda. Nekaj kapnikov na steni je odbitih, ker so jih domačini iz Laz pred desetletji lomili in prodajali (št. eksk. 321 od 7. maja 1933). Severovzhodni del dvorane, ki zavije proti VSV, je nižji, iz neravnega stropa pa štrle odpornejši skladi.

Začetek severovzhodnega rova je v najbolj razlomljenih skladih. Ob jugozahodni steni in preko vsega rova potekata dva preloma, ki se jima na stropu pridružita še dve izrazitejši razpoki. Ni čudo, da se je zato med drugimi odkrušil tudi velik skalni blok, na katerem se vidijo drsine na ploskvah. Pri t. 22 in 23 kaplja skozi razpoko voda, ki korodira tla ter ustvarja luknje in žlebove.

Dno pokriva podorno skalovje do t. 25, kjer se pričinja vodoraven, v dnu ilovnat rov. Med vzhodnim, nižjim krajem njegovega dna in steno je suho korito. Pri t. 26 in 29 so na višjem zahodnem stropu manj izrazite črvaste odkladrnine, na nižjih parobkih pa

ostanki ilovice, ki je nekdanj zapolnjevala rov. Jašek (t. 28) ima stalno vodo na dnu.

Vodoravni rov sega do poševne, komaj prehodne luknje, ki se pride skozi v neki nižji in naprej v **B l a t n i r o v**. Njegovo dno se nagiba proti SV. Na jugozahodni strani drži 1,5 m široka razpoka navpično v 4 m nižji rov do sifona. Blizu njega je neprehodna špranja. Ker je bila 18. junija 1953 (št. eksk. 345) voda v sifonu sterilna, je verjetno nakapana.



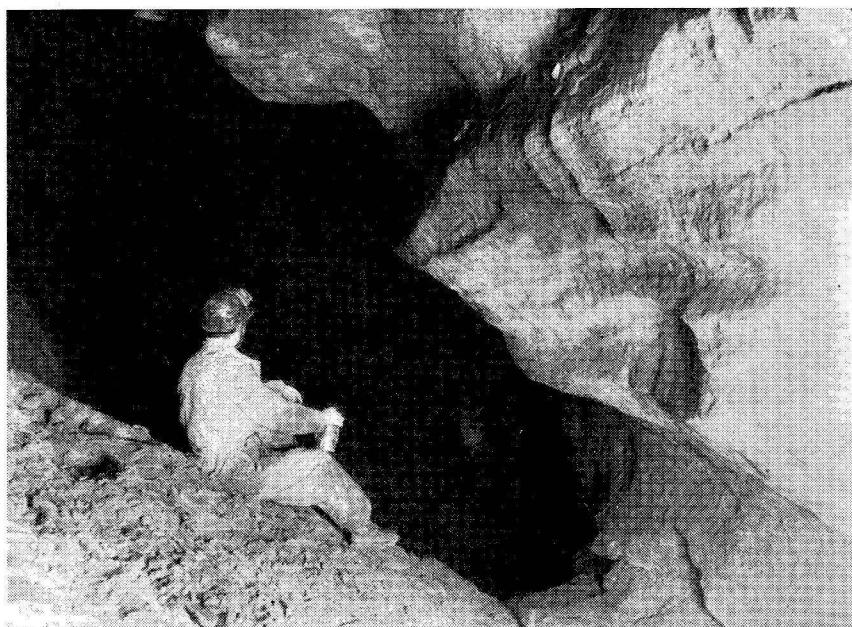
Sl. 24. Mačkovića. Vhod v severozahodni rokav iz Velike dvorane (v ospredju). Pod močno razlomljenim stropom se kopiči podorno gradivo, skozi ožje špranje kapljavača voda pa odlaga sigo (ospredje desno). — Fig. 24. Mačkovića Cave. Entrance in the NW branch out of the Large Hall (in the foreground). Under a much broken ceiling the fallen off materials is heaping; water dropping through the narrower fissures deposits sinter (right foreground)

Foto F. Bar 1960

Dne 11. avgusta 1927 so namerili pred jamskim vhodom $23,7^{\circ}$, v vhodnem rovu $6,6^{\circ}$, v severozahodnem rovu $8,3^{\circ}$, 8. januarja 1951 pa pred jamo $2,5^{\circ}$ in v Veliki dvorani $8,4^{\circ}$ C; 29. oktobra 1960 je bila zunanja temperatura zraka $9,4^{\circ}$, pri t. 21 $8,3^{\circ}$, kapnice $8,0^{\circ}$, vode v jašku $8,2^{\circ}$ in zraka pri t. 31 $9,0^{\circ}$ C.

Geneza jame. Vhodna vrtača in Velika dvorana sta nastali po udoru nad večjimi votlinami, ki jih je mogel ustvariti le močnejši vodni tok s Planinskega polja, da je lahko odstranil toliko gmote.

Najvišji vodni rov je v nadm. višini 447,5 m v Mali dvorani pri t. 8 a 30,7 m niže od vhoda v jamo. Tu smo naleteli 28. oktobra 1960 v času izredno naraslega periodičnega jezera na Planinskem polju na potok, ki je pritekal od tod 370 m daleč. Gladina jezera pri Lazah je segala takrat do višine 450 m. Na dnu jaška pri t. 28 se v suši zadržuje kapnica v višini ok. 440 m, v sklepnem sifonu, 570 m od Planinskega polja, pa pri višini ok. 433,5 m. Tega dne je segala voda na obeh mestih do višine 444 m. Sodeč po suhem koritu med t. 27



Sl. 25. Mačkovica. Prečni profil severozahodnega rokava nad jaškom, ki se vidi zadaj. V podnožju erozijsko izstružene stene suha struga, na polici ostanek ilovice. — Fig. 25. Mačkovica Cave. Transversal profile of the NW branch above the pit, seen in the background. At the bottom of an erosively turned wall a dry waterbed, on the board rest of clay

Foto F. Bar 1960

in 31, seže voda ob največjih povodnjih v Mačkovici do višine 450 m. Vodoravni rov ima med t. 26 in 31 erozijski prečni profil z zglajeno previsno steno (gl. sl. 25).

Neustaljenost podornega dna, ki utegne biti na jugovzhodnem koncu Velike dvorane nasuto nad 30 m visoko, si lahko razlagamo na več načinov. Posedanje lahko povzroča po živoskalnem dnu tekoča voda, ki korodira podorne skale od spodaj. Možno je, da se udara podorni material z živoskalno osnovo vred nad nižjimi globljimi votlinami. V poštev pa prihaja tudi tektonsko ugrezanje. Ker

pa na robnem stropu ni povsod opazna prelomnica in tudi ni večjih razlik v odstopanju od sten in stropa, sta prvi dve možnosti manj verjetni. Ker je podorno gradivo dna labilna gmota, se zdi, da so robne špranje povzročili potresi.

Površje nad jamo. Nad jamo se širi gozd. Povprečen naklon površja znaša ok. 9°. Med vhodom v jamo in jedrom Velike dvorane potekajo rovi v smeri največje strmine prečno na izohipse, vzhodni podaljšek te dvorane pa vzdolž njih.

Površje nad jamo ni nič bolj vrtačasto kot v okolici. Nad rovi do Velike dvorane sta dve vrtači. Ob prelomu nad vhodom v njo ni vrtače, vendar je površje bolj kamnito. Nad dvorano je le ena vrtača blizu tam, kjer je več razpok in prelomov. Nad severozahodnim rovom je manjša vrtača skoraj nad jaškom, nad sifonom pa je 50 m široka vrtača v višini ok. 590 m. Severozahodno od nje se vrste vrtače druga nad drugo po površju navzdol. Podobno se začenjajo vrtače blizu vhoda v severozahodni rov. Nad večjimi prostori Mačkovice je torej malo vrtač, so pa te povsod nad lijaki in brezni.

28. Logarček (gl. priloge II a, b, c). Lega 700 m 302° SZ od žel. postaje Planina in 1200 m 80° VSV od cerkve na Jakovici. Višina vhoda 498 m, dolžina 2285 m, globina 83 m.

Dosedanje preiskave. Logarček je s pritegnitvijo domačinov iz Laz prvi izmeril in opisal V. Putick (1889, 569, sl. 8). Raziskal je v spodnji etaži severni rokav do severnega sifonskega brezna ter južni rokav do južnega lijaka (t. XXIV). Sicer ne navaja deleža domačinov, ker pa omenja, da so ti skozi prehod Lisičino prvi prodrli naprej, so verjetno v jami opravili pionirsko delo. Jamo je sam poimenoval po takratnem ministru za poljedelstvo grofu Falkenhaynu, ki je finančno podprl »generalni projekt za neškodljivo odvajanje visokih voda iz notranjskih kotlin« in s tem tudi raziskavo te jame.

Nadaljnja raziskovanja Logarčka je prevzelo Društvo za raziskavanje jam Slovenije pod vodstvom Puticka in Perka že prva leta po svoji ustanovitvi. Žal v društvenem arhivu ni zadevnih zapisnikov iz tega časa. Ohranili so se šele od leta 1926 naprej, ko je vodil odprave večidel I. Michler. Dne 7. in 8. januarja 1927 je ob izredno nizki vodi uspelo prodreti preko Severnega sifonskega brezna še 300 m naprej. Ta sektor je bil izmerjen s kompasom in merilnim trakom. Leta 1930 je I. Kotlušek Logarček izmeril tahimetrijsko. Leta 1937 je bil raziskan Bukovčev rov in brezno v njem, še prej, leta 1928, po so jamarji prodrli do Južnega sifonskega brezna.

Leta 1955 je Geološki zavod Slovenije v zvezi z načrti za hidroelektrarno Planina-Vrhnika naročil pri Društvu za raziskavanje jam Slovenije elaborat o Logarčku. Ker so bili prejšnji načrti ponekod nepopolni in netočni in se v jami niso več ohranile vse merilne točke in tudi ne vse priloge o meritvah, je M. Marussig tahi-

metrijsko izmeril glavne rove. Geološki zavod je prejel o Logarčku dva pismena elaborata, leta 1956 od I. Michlerja in leta 1957 od I. Gamsa. Potlej so društveni člani na temelju merilnih točk dokončali načrt in profil. Delne načrte so prispevali: Tomaž Planina (t. 1—16, XI—XXIV), Ivan Kosel (21—25), Jurij Kunaver (35—42), Rado Rebek (17—20, Podorna dvorana), Miran Marussig (46—48, 49—59), Stane Pirnat (XXV—XX), Peter Habič (glavni podaljšek in



Sl. 26. Vhod v Logarček. — Fig. 26. Entrance into the Logarček Cave

Foto R. Kenk

stranski rov nad južnim sifonskim breznom) in Ivan Gams (26—34, 42—48, I—X). Podaljšek preko Severnega sifonskega brezna je povzet po načrtu Ivana Michlerja in Albina Seliškarja.

Hkrati z izdelovanjem načrtov je potekalo merjenje vodne gladine v sifonskih brezni ob vodomerih in geomorfološko raziskovanje, ki ga je opravljal Ivan Gams.

Morfološki opis. Vhod v Logarček, ki je glede dolžine rovo med jamami v Sloveniji na šestem mestu (Gams 1959 a, 4), je na severovzhodnem pobočju Babinega dola, ki se tu rahlo dviguje. V času Putickovega raziskovanja je bilo tamošnje zemljišče zaraščeno z grmovjem, jamski vhod pa je bil zaradi paše ograjen s plotom,

sicer pa zadelan z bukovim deblom in skalami, ki so jih morali takrat odstraniti. Pašnik je kmalu zarasel pretežno iglasti gozd.

Vhodno, 20 m globoko brezno, ki ima zgoraj odprtino $6 \times 3,5$ m, se nekako do sredine lijakasto oži do 1,5 m, nižje pa se hitro odpre v Vhodno dvoranico (t.1—4). Na dnu pod vhomom je vsaj 5 m visok kup podornega skalovja, prsti in lesa. Severna stena je vsa zasigana in rebrasta, južna stena pa ima nekaj več sige in stalaktitov samo konec lezik, ki ločijo povprečno 60 do 80 cm debele sklade. Ti vpadajo za 29° proti SW (244°). Del južne stene je nastal ob razpoki, ki jo vidimo na stropu.

Šilasti strop preide zgoraj v zasigano špranjo. Ob pogledu od spodaj navzgor se jasno vidi, da se je vhodno brezno odprlo šele, ko se je zrušil strop dvoranice. Njeno dno pokrivajo zlasti v vzhodnem delu skalni balvani, ki jih je zasigala kapnica. Ob severni steni se vrste sigove kopice, med južno steno in danjim gruščem pa manjše špranje. Pri t. 2 se v južni steni odpre komaj prehoden rovček s polkrožnim stropom. Sega do manjšega navpičnega brezna, nad katerim je kamin s kapljajočo vodo. Kapnica često prši ob vzhodnem kraju Vhodne dvoranice, kjer večidel odlaga sigo. Voda, ki priteka skozi razpoko vzdolžne smeri, pa razjeda skalno dno in mestoma oblikuje žlebiče.

Vhodna dvoranica se konča ob navpični zasigani steni, kjer sta dve odprtini. Zgornja je domala neprehodna, po spodnji, ki je okroglaste oblike, pa se pride v sistem votlinic, tako imenovano Lisičino. Tu so špranje v pretrtih skladih, ki jih je voda le malo preoblikovala. V severni špranji se na stropu dobro vidi mesto, s katerega se je odlomil sklad, ki tvori zdaj dno.

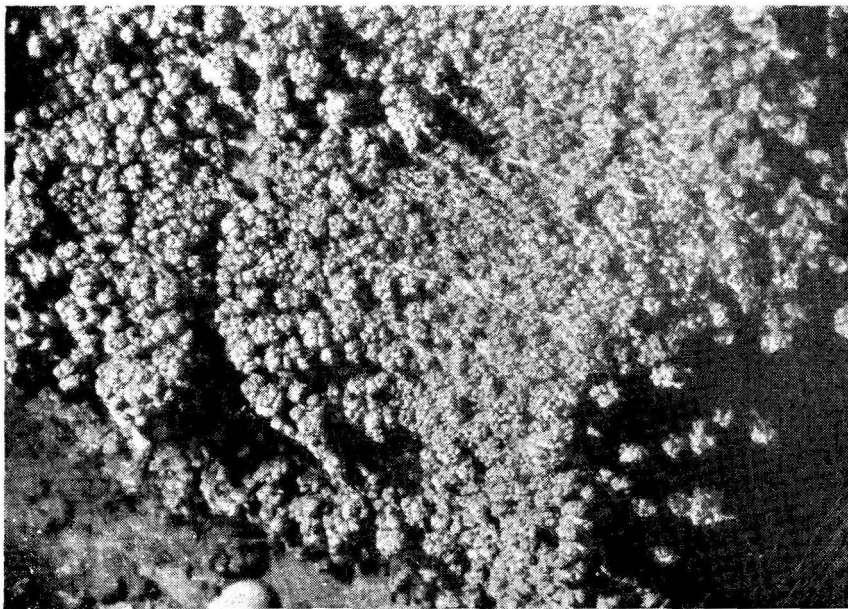
Onstran Lisičine se jama hitro razširi. Tu se razhajata dva rova, eden proti S, drugi proti V.

Severni Slepí rov se zaključi z votlinico. Na vhodu vanj stoji nekaj kapniških stebrov; dva izmed njih sta bila svoj čas pretrta, a ju je sigo ponovno zalila. Rov ima do votlinice erozijski profil s polkrožnim stropom. Vendar so se njegove gladke stene korozijsko v drobnem preoblikovale, kar kažejo iz njih izstopajoče kalcitne žile. Preden preide rov v votlinico, je v vzhodni steni korozijska kotlica pod kaminom, ki ob dežju prepušča kapnico. Sredi njenega dna izstopa navzven še nerazkrojena živa skala apnenca. Kotlice ob kaminih so v Logarčku običajen pojav.

Votlinica ima pol metra nižje dno. Na severnem stropu je razgaljena tektonska breča s kalcitnimi kristali. Ti so zrasli na lezikah, kjer se je odlomil sklad. Debelo naloženo ilovico, ki pokriva dno, so jamarji na vzhodnem kraju odkopali več metrov globoko. Prevladuje temno do karminasto rdeča plast, v kateri so kepe kaolinske bele ilovice (terra bianca?).²

² Asistent SAZU A. Šercelj pri analizi kosa ilovice ni našel nobenega peloda.

Na steni ob tleh so ostanki vodoravnih sigovih plošč, ki so svoj čas pokrivalo vse dno kotlinice, v steno pa je okoli 2 m globoko vdolben vodoraven okrogel žleb. Vse to kaže, da se je stoječa voda tod dolgo zadrževala in preoblikovala stene. Če upoštevamo še erozijski profil Slepega rova, je verjetno, da je v votlinici nekdanj ponikala dotekajoča voda. Drugi tok je morda prihajal iz zavitega špranjastega rova, ki se nadaljuje na severnem koncu Slepega rova. Skozi visoki strop tu še zdaj priteka kapnica.



Sl. 27. Logarček, zgornja etaža. Vzhodni rov. Ilovnato-sigove tvorbe tik nad dnom rova, s katerega po dežju škropi blatna voda. — Fig. 27. Logarček Cave, upper stage, eastern gallery. Clay-sinter formations close above the gallery bottom from which muddy water spatters after rain

Foto I. Gams

Vzhodni rov (7—11) je ozek in visok. Njegove stene vpadajo proti JV in se na stropu in dnu stikajo pod ostrim kotom. Ilovnato dno je neenakomerno visoko. V nekaterih kotanjah se nabere po dežju voda. Kapnica, ki pada s stropa na poševna tla, škropi po jugovzhodni steni, kjer je zato polno 1—3 cm visokih ilovnato-sigovih rožičkov deloma karfijolne oblike. Ves rov je nastal ob vzdolžni razpoki, ob kateri je tudi večji kamin. Kjer doseže razpoka južno steno (blizu t. 8), je kapnica vanjo vrezala navpične žlebove. Ti so še lepše razviti ob začetku zahodne stene na nasprotni steni. Dokazujejo, da je kapnica delno agresivna.

Med t. 11 in 12 se spušča strop domala do tal. Tu so na steni lepe kotlice in ostanki vodoravne sigove skorje, ki je v višini ilovnatega dna v sosednjem Glavnem rovu zgornje etaže. Pri prvem raziskovanju jo je Putick (1889, 571) prebil od spodaj navzgor in si tako utrl pot naprej.



Sl. 28. Logarček, glavni rov zgornje etaže pri t. 14. Ravni strop se nagiba v smereh vpadnice skladov, ki odpadajo vzdolž lezike v ploščah na dno. — Fig. 28. Logarček Cave, the main channel of the upper flat at p. 14. The even ceiling inclines in the directions of the incidence line of strata, which fall off on the bottom in pieces, along the strata planes

Foto F. Bar

Glavni rov zgornje etaže poteka od J proti S. Na južnem kraju ga sestavljata dva rokava, večji zgoraj in manjši spodaj; le-ta je dosegljiv skozi 2—3m globok vodnjak pod kaminom. Spodnji rokav ima dokaj ravno ilovnato dno in gladek polkrožni strop. Na njegovi spodnji strani pa trčimo na žlebiče, ki jih je izoblikovala skozi lezike pritekajoča voda. Nadaljnje prodiranje po tem rokavu proti J zapira ilovnato-sigova kopa, ob kateri se je mogoče zriniti le nekaj metrov naprej.

Oddelek jame med vodnjakom in dnom jaška pri t. 13, kjer je ravno ilovnato dno pod komaj 50 do 80 cm visokim stropom, imenujemo *Zvezni rov*.

Glavni rov zgornje etaže ima polkrožne stene in strop, tako da razodeva erozijski profil. V *Taborišču* (t. 12), kjer odprave navadno počivajo, je v vzhodni steni opazna poklina v smeri 322° in z vpadom 56° proti JZ. Ker so tu skladi z lezikami vred različno premaknjeni, gre za tektonski premik. Ta se je vsekakor izvršil



Sl. 29. Logarček, zgornja etaža pri Taborišču. Črvičaste tvorbe so očitni ostanek raztopljenega apnenca, iz katerega molijo tudi kalcitne lamele. — Fig. 29. Logarček Cave, upper stage near Taborišče. Wormlike formations are evident remnants of dissolved limestone, from which also calcite lamellas stick out

Foto I. Gams

pred nastankom rova, ker poteka prelom po ravnem stropu proti sigovi kopi tam, kjer ga križa prečna razpoka (t. 13). Dvanajst metrov visoki kamin, pod katerim moči kapnica veliko sigovo kopo, je ob isti razpoki kot rov med t. 8 in 11. Ker je vzhodna stena pri t. 13 vbočena, se zdi, da so se skladi severno in južno od razpoke zaradi tektonskega premika povsesili. Pri t. 14 vpadata pri dnu rova za 33° , na stropu pa za 36° . Iz tega izhaja, da so skladi, ki usmerjajo potek Glavnega rova zgornje etaže, nekoliko nagubani. V tem delu se nagiba hkrati s skladi proti Z tudi strop, ki je gladek, dasi so z njega ob leziki odpadli veliki skalni bloki. Nekaj metrov pred

tem podorom je na zahodni strani pod kaminom prirasel sigov steber z belimi in temnordečimi odpadajočimi plastmi. Nanj je obešen za ped dolg stalaktit, ki mu doteka voda med sigovimi plastmi, nakar ponikne.

Večino sten in stropa Glavnega rova zgornje etaže preprezajo svetlo sivi in živo rdeči, le nekaj mm široki trakovi sige in sigove ilovice. Mi jih nazivamo hierogliffe, medtem ko jih pozna tuja literatura pod imenom črvaste odkladnine.



Sl. 50. Logarček, spodnja etaža. Ker so črvičaste tvorbe v poplavnem območju, so to verjetno zasigani ostanki odložene ilovice. — Fig. 30. Logarček Cave, lower stage. As the wormlike formations lie in a flooding area, they are probably sintered remnants of deposited clay

Foto I. Gams

Razlage o njihovem nastanku v dosedanjem skromnem slovstvu (Renault, 1953, 365—369) za naš primer ne zadovoljujejo. V Glavnem rovu zanje ne velja razlaga Jeannela in Racovitze, da jih je ustvarila solzeča se voda na enotni skali, ker so na stropu in steni in ker smer njihovih pasov ne ustreza zakonu težnosti, ki bi mu morala slediti gibajoča se voda. To razlago so morali odkloniti tudi drugi (l. c. 367). V našem primeru tudi povsem ne drži Renaultovo mnenje, da hierogliffe ustvarja korozija skozi drobne razpoke pronicajoče vode in da so prilagojeni drobni razpokanosti skladov. Ko smo z nožem odstrgali sigovo moko, smo ugotovili, da so pasovi

le ponekod na razpokah, izpolnjenih s kalcitom, in na živoskalnih grebenčkih.

Črvaste okladnine v Glavnem rovu so bržčas nastale na dva načina. Na str. 27 opisujem recentno nastajanje ilovnatih črvastih oblik v Dvorani pred Pasažo. Ker sta ilovica (gl. niže) in voda (gl. str. 62) nekdanj zapolnjevali tudi Glavni rov, je možno, da so tu nastali sigovi črvasti trakovi iz prvotno ilovnatih hieroglifov. Ti ponekod res prehajajo v ilovnate tvorbe.

Po drugi razlagi so hieroglifi ostanki apnenca, ki ga razkraja kondenzacijska voda. Kadar je strop vlažen, kar je skoraj vedno v zimskem času in po deževju, ga lahko z nožem razimo do 1 cm globoko, ker ga pokriva kalcitna moka. Da pa je tudi stene v drobem preoblikovala korozija, pričajo še kalcitne žile, ki se pri Taborišču drže smeri preloma.

Glavni rov zgornje etaže se zaključuje z dvoranico, ki sega do Dietzovega okna (t. 15). V njej je opaziti vzdolžno in prečno razpoko. Kjer se obe križata, je ob severni steni visok kamin. To steno pokriva siga, ki zaliva tudi dno, kjer tvori ponvice. Iz njih se voda v deževju pretaka skozi Dietzovo okno v spodnjo etažo. Južna stena dvoranice je v podnožju polna kotlicam podobnih oblik. Na skalnih parobkih so na vzhodni in južni strani še več metrov nad dnom ostanki naplavljenе ilovice, ki je nekdanj zapolnjevala prostor.

Sedaj nastajajoča siga na dnu dvoranice preplavlja sigovo kopo ob severni steni pred oknom in je torej mlajša. V kopo samo so zariti starejši stalaktiti, ki visijo izpod fosilnega kamina nad Dietzovim oknom.

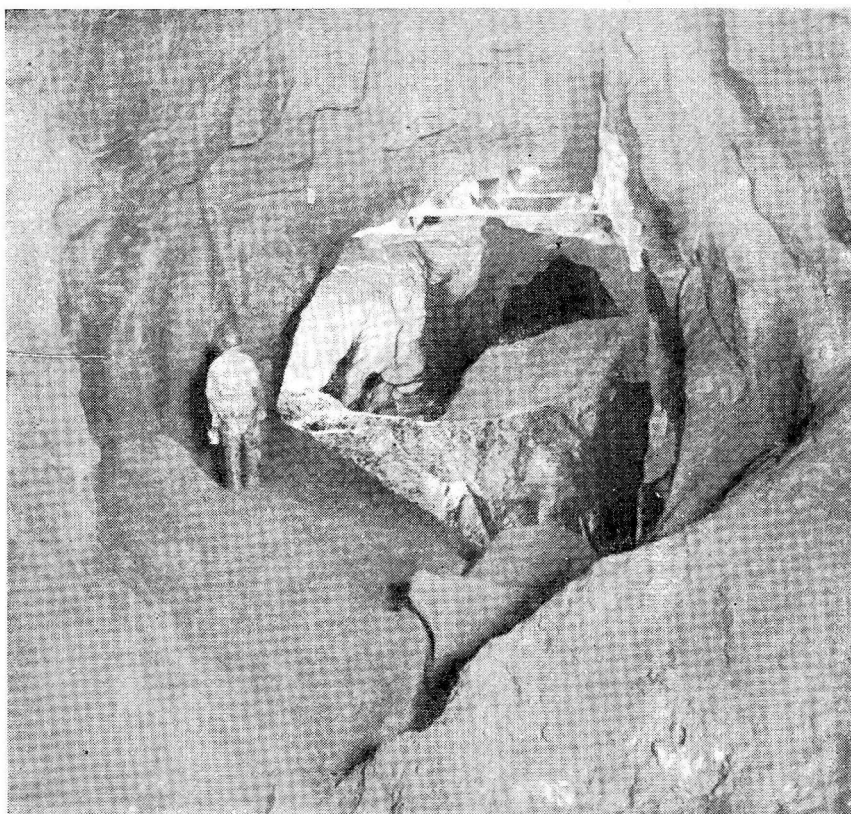
Dietzovo okno je okoli 1,5 do 2 m široka in 1 m visoka poševna odprtina v severni steni opisane dvoranice. Iz nje se spustimo po sigovem baldahinu v 21 m nižjo spodnjo etažo. Dosežemo jo nekako sredi poglavitnega rova, ki ga z ozirom na to delimo v Severni in Južni rokav.

Severni rokav spodnje etaže poteka skraja proti V. Do t. 20 je njegovo dno pretežno ilovnato in ob južnem kraju dokaj ravno. proti S pa se dviga v ilovnato-sigov nasip. Odkar so jamarji na ravnem razdrli sigove ponvice, je tod blato in se po njem odceja kapnica, ki priteka največ po južni steni. Zato je ta stena najbolj zasigana. Na steni, ki je nasproti Dietzovemu oknu, curlja po dežju cel potoček. Trajno doteka kapnica tudi skozi kamin (pri t. 18). Zraven njega so neznani obiskovalci po letu 1888 odbili sigovo zaveso. Odtlej je na odbiti ploskvi zrasel 1 do 1,5 cm dolg mnogo bolj svetel obkrajek in trije stalaktiti, ki so dolgi 3,2, 3,6 in 4,5 cm.

Severno od t. 19 je severna stena vzbokla in so skladi močno pretrti. Ob razpoki zaliva steno sigov zvon, po katerem polzi iz kamina kapnica. Ob nasprotni steni (t. 20) je visok kamin in ob njem več stalaktitov.

Od t. 20 dalje je dno rova ilovnato in nekoliko nižje in se vanj vglablajo jame, jaški in brezna. Prvi večji jašek (t. 22) je lijakast

z zgornjim premerom 15×5 m. V globini 5 m se začne pod ilovico skala, ki se v njej odpira 12 m globoka špranja. Ta je na dnu povezana s sosednjim okroglim lijakom, ki preide v globini 8 m v navpično nepreahodno špranjo (št. eksk. 836 z dne 25. julija 1937). Med obema lijakoma je po vmesnem ilovnatem hrbtu speljana steza. Kjer



Sl. 31. Logarček, severni rokav spodnje etaže. Tu prevladujejo erozijske gradbene oblike, na dnu pa je ilovica, ki jo odlaga poplavna voda. Po ilovnatem grebenu (t. 22) drži steza med lijakoma. — Fig. 31. Logarček Cave, the N branch of the lower flat. Here erosional basic forms predominate, on the bottom there is clay deposited by the flooding water. On the clayey (p. 22) ridge there is a path between two hollows.

Foto F. Bar

prečka strop razpoka (t. 23), je večji kamin in pod njim kotanja. Od tod se rov razširi v Dvorano pred Pasažo, ki jo na severni strani zapira navpična stena. Vzporedno z njo poteka preko stropa 1 do 2 m široka razpoka, ki jo spremljajo rdeče kalcitne žile. Ob visoki vodi je vse dno dvorane visoko poplavljen, čim ta

splahne, pa ostanejo mlake. Vzhodna stena je ob tleh pod sklenjeno ilovnato odejo, višje pa je ilovica vedno bolj suha in razpokana ter razčlenjena v pasove in trakove najrazličnejših oblik, ki jih je kasneje pritekajoča kondenzacijska ali kapniška voda preoblikovala in utrdila s sigo. Tu vidimo tiste vrste hieroglifov, ki nastajajo iz ilovnate prevleke.

Ob severni steni dvorane je tik kamina, pod katerim je kapnica izdolbena kotanjo s sigo na dnu, vstop v Pasažo (t. 25—34). To je sistem nizkih rovov z ilovnatim, ob moči blatnim dnom, kjer so prvi obiskovalci med t. 26 in 28 skopali strugo, da so ga izsušili. Za razliko od drugih delov Logarčka, ki je v temnosivih hamidnih apnencih, je tu svetlejši apnenec, stene pa so marogaste zaradi spodnjekrednih fosilov-foraminifer iz skupine miliolid in nedoločljivih školjk.³ V Pasaži se v smeri skladov izoblikovala dva prečna rova. Drugi prečni rov je imel tako ozko špranjo, da so jo morali prvi raziskovalci razširiti, preden so mogli naprej. Od tod se rov spušča navzdol.

Pasaža se odpira v Dvorano za Pasažo, ki je nastala ob dveh razpokah, prečni v vzhodni in vzdolžni v severni smeri. Na mestu, kjer se razpoki na stropu križata, mole ven ogromni topi klini, ki so verjetno nastali zato, ker je kamenina ob razpokah različne smeri proti preperevanju in koroziji manj odporna. Podorne skale na dnu pričajo o živahnem rušenju stropa. Od tod se ilovnato dno počasi dviguje in je v razmeroma nizkem stropu mogoče zaznati vzdolžno razpoko.

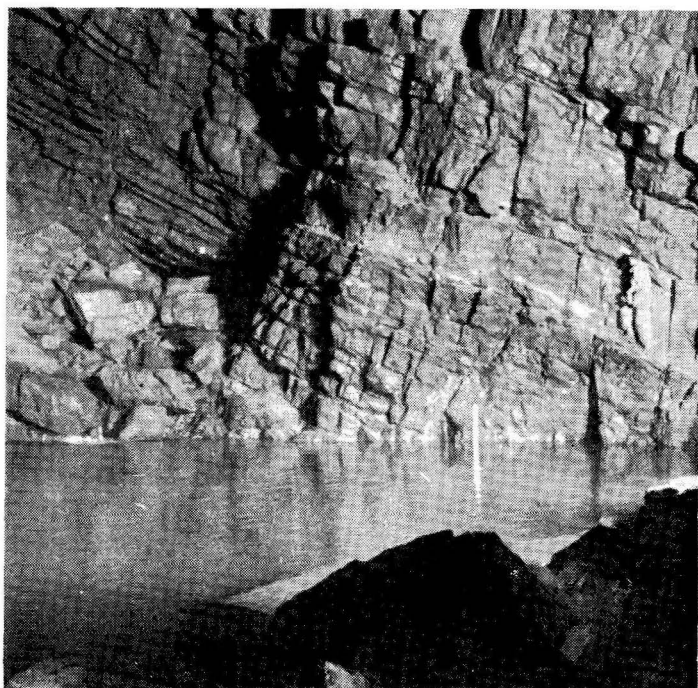
Kjer se obrne Severni rov proti V, je v njegovi steni komaj opazen stranski rov, po katerem dosežemo Podorno dvorano. V njegovem stropu se vrstijo v razpoki, ki se od tod še nadaljuje ob južnem kraju Glavnega rova in ob Slepem rovu južno od t. 38. visoki kamini, medtem ko je na dnu polno podornih skal.

Podorna dvorana je okoli 30 m širok in do 18 m visok prostor s podornimi, le malokje zasiganimi skalami na dnu, ki se spušča proti SZ pod naravni most, kjer so skladi prav tako odlomljeni. Ker je nad najvišjim, sklepnim kaminom strop debel komaj kakih 20 m, je obstajala bojazen, da se udro tla pod železniško progo, zlasti še, ko so tod opazili sveže odkruške. Po novih meritvah pa poteka proga bolj severovzhodno med t. 39 in 40.

V severnem rokavu se med t. 38 in 41 ponovno uveljavi ilovnato kotanjasto dno, kakršno je med t. 20 in 24. Kjer se njegova glavna smer ne ujema s potekom skladov (t. 40), strop in stene niso ravne. Ponekod mole iz njih klini in noži, ki bi jim na prvi pogled pri sodili erozijski nastanek, a se je dejansko v močno razpokanem stropu uveljavilo korozijsko preoblikovanje, o čemer pričajo tudi

³ Ko je bil elaborat že oddan za tisk, je R. Pavlovec fosilom iz Pasaže določil zgornjekredno, cenomansko starost (Zgornjekredna mikrofavna iz Logarčka pri Lazah, Naše jame 1960, 1-2, Ljubljana 1961).

izstopajoče kalcitne žile. Tu so v poklinah na stropu kosi ilovice, ki reagira na solno kislino le na stičnih ploskvah s skalo. Nasprotno je ilovica na dnu mnogo bolj karbonatna in se ponekod nabirajo kalcitni kristali kot bela prevleka, ki jo je mestoma najti tudi na stropu. Severno od t.41 je v kotlici še kos odpornejšega apnenca, okoli katerega je v poklini ilovica. Preko nje prehajajo iz okolne



Sl. 32. Logarček. Ob južni steni Blatne dvorane je vodomer zalit skoraj do vrha. Jamar stopa v steni po zavarovani stezi proti Skalnemu rovu. — Fig. 32. Logarček Cave. At the S wall in the Muddy Hall the hydrometer is almost flooded to the top. A cave explorer advances in the wall along a secured path towards the Racky Pit

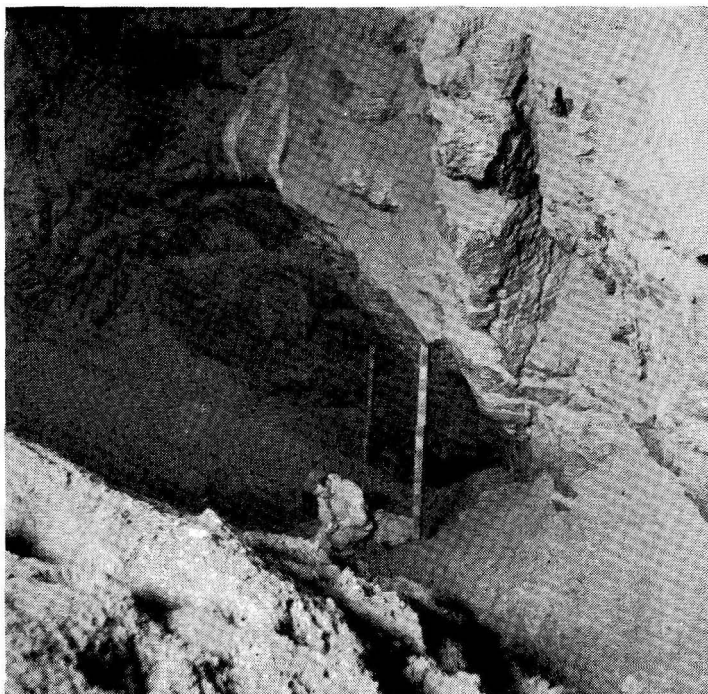
Foto F. Bar

stene kalcitne žile v osrednji iz dna kotlice štrleči kamen, kar je očiten dokaz, da je kotlica korozijskega postanka.

Pri t. 42 se ilovnato dno v stopnjah spušča v 12 m nižjo Blatno dvorano, kjer so ogromni kupi naložene ilovice. To je največji prostor v Logarčku. Dolg je 70 m, širok 32 m in visok okoli 25 m, tako da zavzema okoli 5600 m³ prostornine. Tod teče voda od najnižjega južnega kraja dvorane, kjer so ilovnate rupe, po strugi v požiralni sifon pod severno steno. Na obeh straneh struge mole iz ilovnatih tal podorne skale, ki so verjetno njihova osnova. Pogosto

se tu najdejo po poplavih sveži odlomki s kupolastega stropa. Njegovo rušenje verjetno še pospešuje promet na železniški progi iznad Logarčka, ki ga je tu razločno slišati.

Požiralni sifon zapolnjuje navadno mlaka, v kateri so včasih proteji, ob največjih sušah pa na dnu ni videti večjih lukenj in se voda izgublja med kamenjem in ilovico. Od strani priteka v sifon



Sl. 33. Logarček, rov pred Severnim sifonskim breznom. Na naplavljeni ilovici vodomeri. Dasi kaplja s stropa voda, se začenja na stenah prva siga šele visoko zgoraj (svetla lisa v ozadju), kamor poplave več ne sežejo. — Fig. 33. Logarček Cave, the channel in front of the N siphon pit. On the clay brought by floods hydrometers. Though water is dropping from the ceiling, on the walls the first sinter appears very high (the bright spot in the background), where floods do not reach

Foto R. Kenk

po deževju vodica, ki je verjetno kapniškega izvora. Od tod je mogoče priti po špranjastem rovu v Skalni rov (t. 48). Kadar zalije voda v Blatni dvorani ves požiralnik, teče ob strani proti ZSZ pod kup kamenja in ilovice (pod t. 42). Ob izrednih poplavih seže voda menda do nadmorske višine ok. 445 m, kjer je uravnan jugovzhodni ilovnati rob. Tod je mogoče doseči Bukovčev rov, ki poteka v glavnem v smeri skladov. Našel ga je M. Bukovec (št. eksk. 176

od 16. in 17. februarja 1929). Ob vstopu vanj visi živoskalno dno navzdol. Sredi dna rova so na skalah 1 do 3 cm globoke okrogle jamice. Manjše jamice so tudi na stropu in stenah. Te tvorbe in tudi prečni profil rova je mogla ustvariti le erozija. Ob visoki vodi je rov še zdaj aktiven. Ko voda upade, ostanejo v posušenih mlakah poginule postranice; 16. aprila 1960 smo jih videli na kupe.

Bukovčev rov prekinja Bukovčev brezn, ki je globoko vsaj 30 m, tako da sega z dnom pod višino 407 m. Odprave ga niso našle nikdar suhega in je stala voda v njem običajno 10 m pod zgornjim robom. Ko so brezno prešli v čolnu, so odkrili na drugi strani 20 m dolg slep rov, po katerem curlja voda (zapisnik z dne 6. junija 1937 in 31. januarja 1950).

Ob povodnji je iz Blatne dvorane dosegljiv naslednji, Skalni rov, in sicer po južni steni, kjer je z vrvjo zavarovana pot, mimo vhoda v Bukovčev rov in naprej po ilovnatem nasipu proti SV. Skalni rov se sprva spusti v jamo, od koder vodi že omenjeni špranjasti rov proti požiralnemu sifonu Blatne dvorane, nato pa visi njegovo dno, ki ga tvorijo skalni bloki in mestoma zasigana ilovica, proti V. Dno je ravno le ob vzhodni steni, kjer odlaga kapnica sigo zlasti pod kaminom, ki skozenj stalno doteka voda. Zato je tu nastala večja sigova kopa, Cesarске banje, ki jo kdaj pa kdaj vso zalijejo poplave. Vrh nje je namreč ponvica, kjer so kdaj proteji. Kamin je nastal ob prečni razpoki (240°), kjer se z njo stika vzdolžna razpoka (120°). Podobno je pri t. 51, kjer se rov razširi proti Z in sta ob steni še dva kamina.

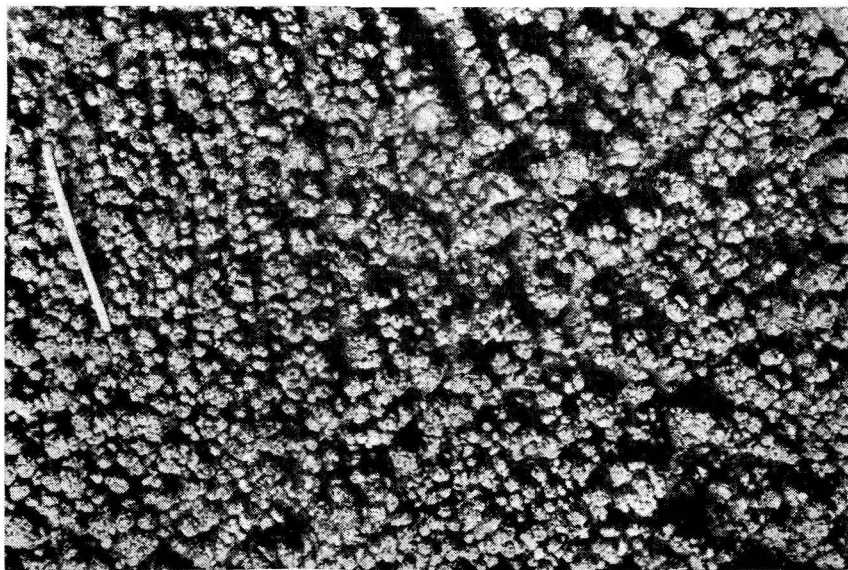
Pod aktivnim kaminom rastejo sigove ponvice in kope, pod kaminom, ki vode več ne prepušča, pa so ponvice stalno suhe.

Od tod dalje visi dno Skalnega rova proti Z, potekajoč v smeri vpadnih skladov, nato pa vzdolž razpoke. Na mestu, kjer jo križa prečna razpoka, je večji kamin (t. 54). Ker erodira ta del rova do Severnega sifonskega brezna obdobjni tok, ima izprano dno in stene, v kotanjah pa pogostoma vodo s proteji. Voda vdere, kadar naraste, v rov iz neprehodnih špranj; vendar toka še nihče ni videl, ker je Pasaža takrat zalita. Z ozirom na to, da imajo fasete najgloblje dno večidel bliže zahodnemu kot vzhodnemu kraju, se zdi, da prihaja tok od zahoda (Warwick, 1953, 55). To smer je potrdil tudi poskus s privezано pluto pri t. 53 in 55, ki jo je poplavna voda odnesla proti sifonskemu breznu (glej str. 60).

Dvorana s Severnim sifonskim breznom je nastala v razpokanih skladih. Ob vzhodni steni kraj visokega kamina, pod katerim je ogromen sigov slap, seče prostor prečna razpoka, na zahodni strani pa je opaziti, da se menja lega skladov. Očitno gre tu za prelom. Tik nad breznom tvorijo skalni bloki višje dno. Tako dno je tudi v obhodnem rovu, preden se spusti proti breznu, kjer je le rjava ilovica. Ko smo jo odkopali, smo spodaj naleteli na modrikasto plast, ki dobi v suhem stanju sivo barvo. V njej je nekaj sljude.

Morda gre za ostanek nekdanje flišne naplavine, ki jo je prinesla tekoča voda, ali pa je ta prišla v jamo skozi strop. Upoštevati moramo, da ni daleč flišna krpa pri Kališah, ki je bila verjetno svoj čas večja. Drugi krak levega obhodnega rova se slepo konča s poševnim kaminom.

Le redke odprave so naletete na tako nizko vodo, da je bilo mogoče prodreti skozi Severno sifonsko brezno naprej. Edina arhivska vira o nadaljevanju Logarčka sta dva zapisnika (9.—10. avgusta in 7.—8. septembra 1927), kjer je tudi Seliškarjev načrt. Žal manjka



Sl. 34. Logarček. Ilovnato-sigove tvorbe na začetku rova za Severnim sifonskim breznom (za merilo vžigalica). Take tvorbe so v Logarčku zlasti tam, kjer zaliva stene poplavna voda ali pa škropi iz mlak kalna voda, ko pada vanje kapnica. — Fig. 34. Logarček Cave. Clayey-sinter formations at the beginning of the channel behind the N siphon pit (as measure a match). Such formations are to be found in the Logarček Cave specially there, where the walls are washed by the flooding waters or there, where muddy water sprinkles out of the puddles when the dropping water falls into them

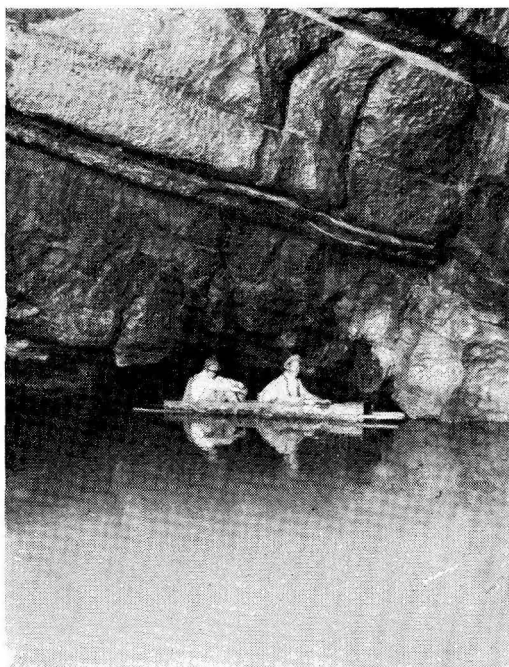
Foto R. Kenk

profil. Iz elaborata I. Michlerja (1956, 8—10) kratko povzemam opis tega redko dostopnega dela Logarčka:

»Dno jame se že od sifona dalje rahlo dviga, nato pa pade skoraj 2 m do prve jezerske kotanje. Stene in 2,5 m visoki strop pokriva mastna ilovica. Prvo jezero je 22 m dolga in 6 do 8 m široka kotanja s plitvim dnom, kjer leži nekaj večjih skalnih blokov. Desno obrežje je previsna skalna stena, levo obrežje pa 2 do 3 m visok

ilovnat nasip, ki sega do skalne stene drugega jezera. Iz jezera izhaja do 1,5 m široka plitva struga.

Druga jezerska kotanja zavzema vso širino rova in je ob vzhodni steni zelo globoka. Nizek stenasti sifonski zapirač, ki sega s široko skalno soffito pol metra nad vodno gladino, deli jezero na dva dela. Prehod je mogoč na levi in desni, ker je tod strop dober meter nad vodno gladino. Jezero se konča z 2 m širokim zalivom.



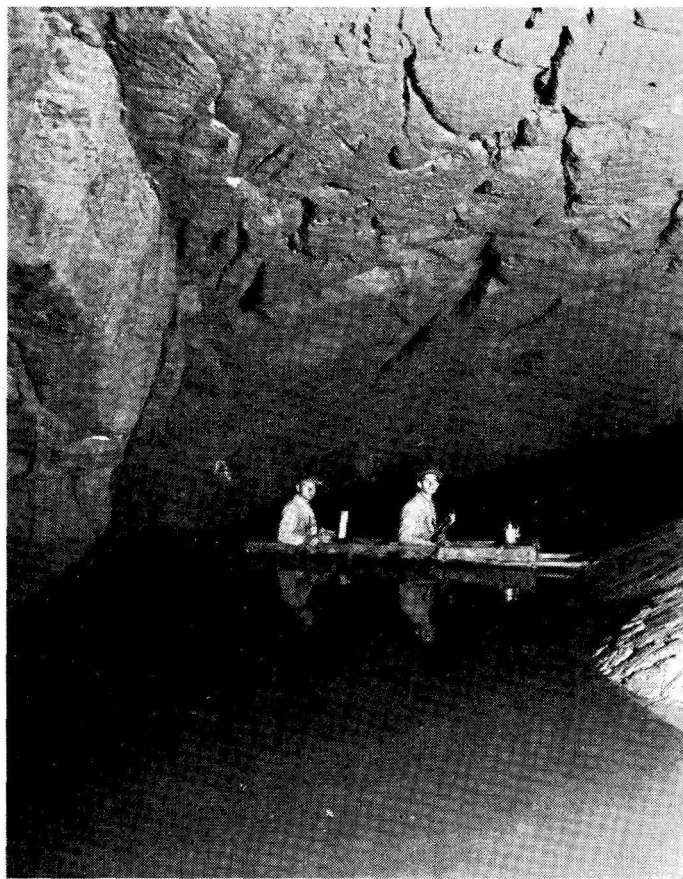
Sl. 35. Logarček, tretje jezero. V erozijsko-korozijskih rovih so lezike manj odporna mesta in imajo na stenah podobo špranj. — Fig. 35. Logarček Cave, 3rd lake. In the erosion and corrosion channels the joint strata lines are less resisting places and have on the walls the appearance of fissures

Foto R. Kenk

kjer smo opazili proteje. Zadaj za njim poteka leva stena v širokem loku proti JZ. Tu stoji visok ilovnat stožec z majhno teraso na temenu. Ko se stene spet primaknejo, se rov obrne proti SZ. Skal-nata tla so tu deloma izprana, deloma pod ilovico. Ob jugovzhodni steni je visok ilovnat nasip, ob nasprotni steni pa so z mastno ilovico pokriti skalni balvani.

Po 70 m se začne tretje jezero. Dolgo je 25 m, široko 8–10 m in globoko do 2 m. Njegovo desno obrežje je previsna stena, levo pa je visok nasip ilovice. Za jezerom se rov obrne proti Z in se cepi

v dva rokava, ki se po 50 m zopet združita v enoten rov. Desni rokav obdajajo strme skalne stene, tla pa so ilovnata. V levem rokavu je takoj v začetku majhna vodna kotanja. Iz nje drži ozek vodni jarek. Ta se konča v vodnjaku, ki je v kratkem žepu južne stene. Hitro za



Sl. 36. Logarček, četrto jezero. Korozijska je v stropu ustvarila na manj odpornih mestih tako globoke špranje, da se bo kmalu odluščil še naslednji sklad. — Fig. 36. Logarček Cave, 4th lake. In the ceiling the corrosion has created on less resisting places so deep fissures that the following strata will loosen soon

Foto R. Kenk

žepom je oknu podobna odprtina, ki je prehod v nadaljevanje jame. Rov se razširi na 10 m. Ob njegovi levi steni je naloženo podorno kamenje, ob desni steni pa ilovica.

Po združitvi obeh rokavov pokriva dno sama mastna ilovica. Ob severni steni je majhna vodna kotanja, v kateri so plavali

troglocharisi. Od tod seže ozek in plitev jarek v četrto jezersko kotanjo, kjer smo tudi naleteli na proteje. To jezero je 40 m dolgo, 7 do 12 cm široko in do 4 m globoko. Strop nad njim je 2 do 4 m visok, nakar se zlije z navpično pošev čez vodno gladino ležečo steno. Ker seže pod vodo v sifon, je nadaljnja pot zaprta. Pred sifonsko zaporo je nad desnim obrežjem 4 m visok ilovnat nasip. Apnenec je tu črnkast in močno erodiran, kar kaže na deroči tok. S stropa vise skalne sofite. Vsekakor se vodni rov za sifonom nadaljuje.

Na povratku smo čoln deponirali med prvim in drugim jezerom in ga obložili s skalami. Leto dni pozneje, 29. in 30. avgusta 1928, ko smo zopet obiskali tretjo etažo, to pot boljše opremljeni, deponirane čolna ni bilo nikjer. Visoka voda ga je morala odplaviti skozi sifon v neznane in nedostopne dele jame.

Značilne za pretok vode so naslednje temperature:

Dan	ura	kraj	temperatura vode zraka	
10. VIII. 1927		prvo jezero	8,65	9
17. I. 1928	2 ⁰⁰	prvo jezero	8,05	—
	14 ⁵	tolmun pred 4. jezerom	8,2	8,2
30. VIII. 1928	12 ²⁰	prvo jezero	8,65	8,2
	14 ²⁰	dotok v 4. jezero	9,2	—
	14 ³⁰	4. jezero	10,5	—

Porast temperature vode od 8,65° v prvem jezeru na 10,5° v četrtem jezeru nakazuje, da se mora nekje v bližini pretakati toplejša voda.«

Po Puticku je ta del Logarčka 18 m nižji od spodnje etaže, po Kotluškovih meritvah le 6,6 m, po naših cenitvah pa je kolenasti sifon med spodnjo etažo in njenim podaljškom globok okoli 10 m. Ta redko dostopni del jame bi torej bil v višini 415, 426 ali 423 m, v vsakem primeru pač višji od gladine vode v Bukovčevem rovu, ki je pri najnižjem stanju v višini okrog 407 m.

Južni rokav Glavnega rova spodnje etaže ima sprva ob zahodni steni suho strugo, medtem ko je strop razmeroma nizek in visi hkrati z ilovnato-gruščnatim dnom proti Z. Presenečajo okrogle jamice na stropu, ki so mogle nastati ob leziki pred odpadom skladov.

Pred t.IV se strop skokoma dvigne in je v njem visok kamin. Hkrati se tu razširi proti V, kjer se dviga obsežen kup podornega gradiva. Spremenjeno podobo rova povzroča razpoka (prelom?) v smeri 225°. Ob isti razpoki je nastal rov zgornje etaže med t. 8 in 11 ter kamin pri t. 13. Vendar je vrisan v načrtu rov spodnje etaže nekoliko bolj južno, ker je v nižji legi, razpoka pa pada pod kotom 61° proti JV. Na prepokanem stropu je nekaj kapnikov, še več pa

jih je ob jugovzhodni steni, ki se tu prilagodi smeri razpoke. Ob njej je pod kaminom, ki prepušča po deževju nad 20 l/sek vode, večja sigova gmota. Po daljšem deževju smo opazili na sigi, da jo voda razjeda, v suši pa, da se tu nareja sveža plast sige.



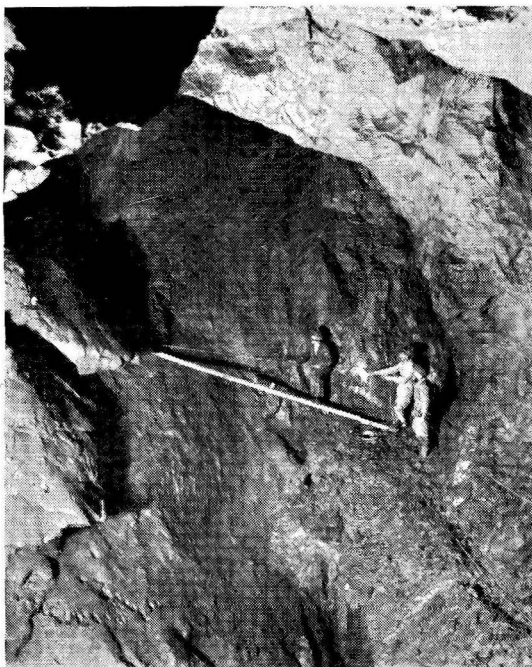
Sl. 37. Logarček. Edina večja skupina makaronastih stalaktitov je v spodnji etaži, kjer jo pri t. V prečka rov zgornje etaže. — Fig. 37. Logarček Cave. The only larger group of macaroni like stalactites is in the lower flat, where it is crossed by the passage of the upper flat at p. V.

Foto R. Kenk

Iz od večje sigove kotanje z mlako, ki je pod kaminom pred t. V, vise raz stropa, kjer prevladuje rdečkasta in belkasta siga, svetli makaronasti stalaktiti, ki so mestoma ekscentrični. Prav tu in

hkrati samo tu doseže spodnjo etažo podaljšek Zveznega rova, ki pripada zgornji etaži (gl. načrt!).

V nadaljnjem poteku se drži rov do t. X smeri skladov in razpoke, ki jo na stropu izdajajo tudi kalcitne žile. Verjetno sta prav ob njej nastala tudi Zvezni in Glavni rov zgornje etaže. Do tod, kjer poteka razpoka sredi stropa, je s skalnimi bloki zatrpno dno najbolj vzpeto sredi rova, čim pa krene razpoka na vzhodni kraj, se tudi višje dno pomakne pod njo. Med t. VII in IX so ob vzhodni



Sl. 38. Logarček. Prehod odprave preko Južnega lijaka. — Fig. 38. Logarček Cave. The passage of the expedition across the S pit

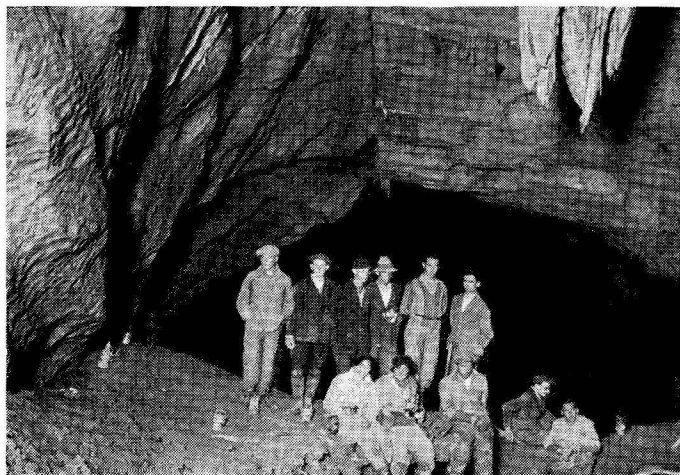
Foto R. Kenk

steni, kjer je dno najnižje, sigove ponvice. Po njih se pretaka kapnica, ki prihaja skozi kamin sredi rova, pri t. IX. Tu prečka rov razpoka in je zahodna stena vbokla, na stropu pa je več kapnikov, medtem ko se je nekaj drugih že zrušilo na tla.

Naslednji kamin je na zavoju rova (t. XI), kjer je stalna kapnica ustvarila sigovo kopo. Večja taka kopa je tudi za t. XIII. Ob njej pa se je sig tako udrila, da so med skalnimi bloki in ilovico 2—3 m globoke kotanje. Kjer se obrne rov pravokotno proti Z (t. XIV—XVII), ga je skalni grušč domala zatrpal, ker so se tu rušili zelo razpokani skladi.

Med t. XVII in XXI je rov razmeroma ozek in visok ter močno preoblikovan. Zdi se, da je bilo to bolj delo kapnice, kot kakega večjega toka, kajti v neravnem stropu se vrste kamini, medtem ko visi neravno dno, kjer so sigove kope in kotanje, v raznih smereh. Ker so med t. XIX in XX jamarji sigove ponvice porušili, da ne bi rabili čolnov (Putick 1887, 578), je nastalo blato, ki je tudi po več metrov globoko in ga navadno zaliva voda.

Od t. XXIII naprej je rov bolj enakomerno širok. Na dnu prevladuje ilovica, ki se vanjo sprva poglabljajo pod kamini kotanje, zatem pa se odpira v vsem dnu brezno, ki ga zaradi oblike vhoda



Sl. 59. Logarček, pred Južnim sifonskim breznom. Na stropu je videti vzdolžno razpoko. — Fig. 59. Logarček Cave in front of the S siphon pit. On the ceiling a longitudinal fissure is visible

Foto A. Seliškar

nazivamo Južni lijak. Kadar je voda visoka, ga zaliva do vrha, v suši pa seže okoli 18 m niže, kar ustreza nadmorski višini ok. 432 m.

Sklepni odsek Južnega rokava med Južnim lijakom in Južnim sifonskim breznom je bil raziskan leta 1928 (eksk. 8. in 9. aprila 1928). Rov se tu v glavnem drži skladov, strop pa njihovega vpada, tako da visi proti Z. Na odseku, kjer poteka po sredi vzdolžna razpoka (t. XXVIII), ima strop hkrati s stenami v prečnem profilu podobo črke M (gl. profil 45). Tod je ilovnato dno še nadalje zvegano v kotanje, tam, kjer sta prečni razpoki (t. XXV in XXVII), pa je več kaminov in več sige na dnu. Kjer doseže vzdolžna razpoka steno (t. XXIX), je ta tako umaknjena, da kaplja voda z nje na ilovnati breg, nakar odteka po majhni strugi proti sifonskemu breznu.

Rov, ki poteka proti Z (od t. XXIX), je nastal v pretrtem apnencu, kar dokazuje razpoka na stropu. Visoka voda zalije njegovo dno že tu, ob nizki vodi pa je možno prodreti skozi ožino do Južnega sifonskega brezna. Nad tem breznom je še stranski rov, ki ga je odprava Društva raziskala 21. in 22. IX. 1957. Ta rov vodi skraja navzdol, zavije proti SZ in se združi ob trimetrskem skoku z drugim, še višjim stranskim rovom iznad brezna, nakar seže 13 m naprej. Tod se preko ponvic pretaka kapnica v naslednje sifonsko brezno, ki se odpira v živoskalnem dnu. V njem je segala voda 1,5 m pod rob, medtem ko je bila v prvem breznu le v nizki kotanji tik pod steno.

Ob 15 m visokem skalnem mostu nad sifonom se odpira v steni še en rov, ki seže do naslednjega sifona (t. XXII — XXVIII). Raziskan je bil šele 2. VIII. 1959. V sifonu so podorne skale, ki pa so tudi ponekod drugod v tem rovu.

Južni rokav spodnje etaže se torej končuje s sistemom sifonskih brezen, kar bi kazalo na združevanje dotokov izpod Planinskega polja.

Hidrografski problemi. Ker so do druge svetovne vojne raziskovali Logarček predvsem zato, da bi pojasnili njegovo hidrografsko funkcijo, si ga posebej oglejmo še s te strani. Zgornja etaža ima le kapnico. Tudi v višjih delih Severnega rokava spodnje etaže (do t. 21) so le znaki kapnice, ki teče sprva po sigi, nato pa skozi tolmane proti lijakoma pri t. 22. O njih pravi Putick (1887, 574): »Oba požiralnika imata precej strmo pobočje in prehajata niže v navpično z vodo zalito brezno. Iz tega izstopa ob visoki poplavi kot skozi varovalni ventil zajezena voda Unice, ki drži tod mimo. Ta seže v obeh brezni do tam, do koder seže odloženo blato.« Po njegovem mnenju poteka pod spodnjo suho etažo kakih 15 m niže vodna etaža proti S. Kadar pa te visoke vode ne more več sproti odvajati, je nekaj deponira v Logarčku, dokler se ne ustavi ravnotežje med dotokom in odtokom.

Ob visoki vodi je verjetno zalita Dvoranica pred Pasažo do višine 443 m. Ker pa je Pasaža neprehodna že ob srednji vodi, nastopa visoke vode v Severnem rokavu ne moremo opazovati. Vsekakor voda v Pasaži nikoli ne dere, ker bi sicer bila v njeno vzhodno ilovnato steno vpisana imena jamarjev od Puticka dalje že davno zbrisana. Da pa ima tu voda zvezo s podzemeljskim tokom, če že ne izhaja neposredno iz njega, dokazuje najdba jamskih živalic *Troglocaris schmidtii* in *Microlistra spinosissima* (eksk. 7. IV. 1957). Ker stoji včasih v Dvoranici za Pasažo mlaka do 1 m više kot seže najnižje mesto Pasaže (436 m), sledi iz tega, da je dno tu vododržno.

Pri t. 38 smo našli 9. XI. 1959 na stropu v višini 447,5 m z ilovico prilepljen suh drevesni list. Ker pa so pred vstopom v Blatno dvorano na stropu nižji kapniki in spodnje konice višjih kapnikov šele pri 448 m temnejši, sežejo izjemne poplave kdaj tudi do te višine.

Kadar je voda srednje visoka, izvira iz ilovnatih rup na južnem koncu Blatne dvorane, od koder teče proti S. Hkrati se dvigne ob naraščanju vode njena gladina v Bukovčevem breznu čez rob tako, da teče od tod po skrajja vodoravnem živoskalnem rovu, nato skozi skalni podor na prehodu v Blatno dvorano in potem s šumom več metrov globoko v tolmun z rupami ob južni steni dvorane. Največjo višino doseže dno struge pri ok. 443 m sredi Blatne dvorane. Dne 9. XI. 1959 smo tu ocenili pretok na več sto l/sek.⁴

Da se voda, ko upade, pretaka spodaj pod dnom Blatne dvorane, kažejo vsa merjenja njene toplote in pogostna najdba protejev v požiralnem, severnem tolmunu. V Blatno dvorano namreč pitekaajo vode z Babinega dola tako hitro, da se poleti ne ohladi in ne prilagode jamskemu okolju. Dne 16. VII. 1953 je imela voda v južnem izvirnem tolmunu 17°, v severnem požiralnem tolmunu 16,5°, v bližnjih tolmunčkih pa 12,4° C. Visoka temperatura v tolmunih, kjer je navadno kapnica, prihaja od tega, ker se je v njih že zadrževala poprejšnja poplavna voda.

V nadaljevanju Severnega rokava najdemo zaostalo poplavno vodo le v mlakah. Vendar priča ilovica na stenah in na dnu, da ga voda kdaj vsega zalije.

Da ugotovimo smer toka v Skalnem rovu, smo namestili pri t. 48, 53 in 55 kose plute, ki smo jih pritrdili na nit. Poplavna voda jo je z zadnjih dveh mest zanesla proti Severnemu sifonskemu breznu, pluta pri t. 48 pa ni bila premaknjena. Pri t. 55 je bil tok tako močan, da je strgal pluto z niti (eksk. 9. II. 1958).

Presenetljivo je, da ima voda v Severnem sifonskem breznu pogostoma isto temperaturo kot kapnica. Dne 2. VIII. 1959 je imela v Bukovčevem breznu 5,1°, v Severnem sifonskem breznu pa 8,4° C. Tu torej izgubi voda prej stik s podzemeljskimi tokovi kot v Bukovčevem breznu. To se ujema z opazovanji, da gladina vode v tem breznu manj koleba, ker je bolj oddvojeno. Michler (1956, 10) predvideva med prvim in četrtem jezerom vmesne dotoke, ker je bila voda v četrtem jezeru bolj topla. Ker se pa poplavna voda v bolj oddvojenem Severnem sifonskem breznu in v bližnjih jezerih dalj prilagaja temperaturi zraka, njegova misel ni prepričevalna, dasi utegne biti pravilna.

V Severnem rokavu imamo torej vsaj dva dokazana podzemeljska pretoka ob višji vodi: pretok skozi Blatno dvorano, ki se mu pridruži še tok iz Bukovčevega brezna, in tok, ki stopi skozi severno sifonsko brezno proti SZ. V vseh drugih delih Severnega rokava nahajamo le stoječo vodo in kapnico.

⁴ Takrat sem našel kraj vode tri steklene lijake z odbitimi cevkami in zamašenimi luknjami. Vloženi so bili drug v drugega, vmes pa je bil časopisni papir iz novejšega časa. Ker ni znano, da bi v obdobju med obema znanima odpravama kdo obiskal Logarček, ni izključeno, da je prinesla ta material voda s Planinskega polja skozi podzemeljske prostore.

V Južnem rokavu se domala do Južnega lijaka zadržuje le kapnica, ker je njegovo dno do tod skoraj povsod iznad nadmorske višine okoli 450 m. Voda, ki kdaj zapolni Južni lijak do okoli 449 m, mora imeti zvezo s tokom, ker so v njej včasih proteji. Ker sega do te višine tudi večina ilovnatih hrbtov med njim in Južnim sifonskim breznom, se zdi, da so ti hrbti pokazatelji visokih poplav. Vsekakor je voda, ki priteka iz tega sifonskega brezna, povezana s podzemeljskimi pretoki. To kaže njena toplina. Dne 2. VIII. 1959 je imela v breznu 13°C , dasi je bil tu zrak za 2° hladnejši.

Dne 7. I. 1962, ko je bilo Planinsko polje poplavljenno do njiv vzhodno od Laz, smo našli v Logarčku potok, ki je tekel izpred južnega sifona od t. XXX do ok. 10 m pred t. XVIII, kjer je v tolmunu ponikal. Iz smeri sifona je bilo slišati šumenje padajoče vode. Temperatura potoka, ki smo mu pretok ocenili na ok. 80 l/sek., je dokazovala zvezo z Unico. Medtem ko so imele tedaj kapnice v jami ok. $7-8^{\circ}\text{C}$, je imel potok $3,7^{\circ}$.

Temperatura voda v spodnji etaži, ki so povezane z večjimi podzemeljskimi tokovi, se med letom spreminja. Doslej ugotovljeni skrajnosti sta znašali v Južnem sifonskem breznu 17° in $9,4^{\circ}$, v Blatni dvorani 17° in $5,1^{\circ}$, v Bukovčevem rovu $10,4^{\circ}$ in $8,2^{\circ}\text{C}$; tu smo seveda mogli meriti temperaturo le takrat, ko so bile zveze s podzemeljskim tokom že prekinjene.

Vodno gladino in s tem zveze z vodami Logarčka smo ugotavljali s pomočjo desetih vodomero, ki smo jim ob postavitvi ugotovili višine. Podatke posreduje naslednja tabela, ki hkrati prinaša tudi nekatere ugotovitve temperature:

Dan	vodomer	stanje vodne gladine	temp. vode
6./7. X. 1956	Pasaža	438	
	Južno sifonsko brezno	437,3	
	Erjavščica	437,0	
	Blatna dvorana	431,7	11,5
	Bukovčevo brezno	435,0	
16. XII. 1956	Bukovčevo brezno	431,9	
20. I. 1957	Bukovčevo brezno	430,8	
	Skalni rov	428,0	8,2
4. IV. 1957	Blatna dvorana	434,7	7,0
7. IV. 1957	Bukovčevo brezno	437,8	8,4
	Skalni rov	430,7	7,8
	Južni lijak	426,0	
17. I. 1957	Pasaža	437,2	8,8
	Severno sifonsko brezno	435,7	
	Južno sifonsko brezno	438,0	

Dan	vodomer	stanje vodne gladine	temp. vode
22. IX. 1957	Severno sifonsko brezno	427,2	10,4
	Južno sifonsko brezno	430,9	9,5
	Blatna dvorana	brez vode	
	Bukovčevo brezno	432,8	12,0
	Južni lijak	429,0	
9. II. 1958	Pasaža	436,6	9,0
	Severno sifonsko brezno	432,4	7,9
	Južno sifonsko brezno	438,4	9,2
	Bukovčevo brezno	438,8	5,1
	Južni lijak	434,9	8,6
16. IV. 1960	Blatna dvorana	435,4	5,1
	Severno sifonsko brezno	428,2	
	Bukovčevo brezno	435,1	

Vsi zbrani podatki morda niso točni, vendar dopuščajo sklep, da vodna gladina v breznih in jamah ni v isti višini in da so višinske razlike ob raznem stanju vode različne. To se ujema tudi s podatki temperature, ki potrjuje, da izgube vode v Logarčku zvezo s podzemeljskimi pretoki pri srednjem in nizkem stanju. Da je vodna gladina v Južnem sifonskem breznu navadno nižja kot v Severnem sifonskem breznu, si lahko razložimo le z lego nasproti Babinemu dolu. Južni sklep Logarčka je namreč nad Lazami, kjer v bližini ni ponikev. Vse to govori za to, da prečkajo Logarček ob visoki vodi različni tokovi.

Karbonatna trdota toka v Blatni dvorani je bila 11. XI. 1956 11,8° NT, za Pasažo pa 9,9° NT.

Geneza. Po Puticku (1887, 572) je zgornja etaža Logarčka razpoka ob premaknitvi (»Absitzungsspalte«), ki jo je preoblikovala izpodnebna voda, po Michlerju (1956, 6) pa bi bila delo erozije, in sicer Paleounice, kar bi dokazovale erozijske kotlice. Vendar je podroben ogled izpričal, da so kotlice korozijske. Za erozijski postanek govori le prečni profil Slepega rova, medtem ko ostalega dela zgornje etaže med t. 1 in 12 niso bistveno preoblikovali vodoravni tokovi, temveč so delo kapnice skupaj z navpičnimi curki, ki so pogostni ob razpokah. Zato je strop tod različno visok, rovi pa so ozki in imajo neravno dno. Putickovo mnenje je torej bliže resnici, v kolikor zadeva rove do t. 12.

Med omenjenim sektorjem zgornje etaže in njenim Glavnim rovom oziroma Zveznim rovom pa obstajajo bistvene razlike. Ker sta le-ta enakomernih razsežnosti in imata erozijski prečni profil, kar velja tudi za recentne požiralnike na kraju Babinega dola, so ju mogli ustvariti večji podzemeljski tokovi, ki so bili usmerjeni od Planinskega polja na S proti Dietzovemu oknu. Za to govori oblika sten na spodnjem koncu vodnjaka, ki veže Glavni rov z nižjim

Zveznim rovom. Njegov južni spodnji rob je namreč gladek in zaobljen, severni rob pa je oster. Zato domnevamo, da je voda iz spodnjega Zveznega rova stalno odtekala v Glavni rov, dokler je ta ni mogel vse odvajati. Šele kasneje, ko se je Zvezni rov med vodnjakom in t. 13 razširil, je Glavni rov odvajal del vode le takrat, ko je ta narasla. Zato je ta odsek Glavnega rova manj prostoren kot v odseku med t. 13 in Dietzovim oknom, kjer so vode tekale že združene. Dietzovo okno je bilo morda sprva znatno bolj široko in ga je šele kasneje zožila siga. Dokler je bil Glavni rov vodni kanal, se je tok izlival skozi okno v sifon.

Znatna razsežnost in prečni profil Severnega rokava do Pasaže kažeta, da se je po njem nekdanj pretakala večja voda. Ker pa Pasaža nato rokav preščipne na dva dela, tako da skozenj niso mogle odtekati vse vode, obstajata dve možnosti: ali so bili takrat nižje večji, danes zatrpani rovi, ki je skozi njih šel enoten tok po vsej spodnji etaži, ali pa sta velike erozijske rove severno in južno od Pasaže ustvarila dva ločena sosednja toka. Vsekakor moremo predvidevati, da je bil tok skozi rov med Pasažo in Blatno dvorano usmerjen proti SV. Za to ne govori le splošna smer odtoka s Platinškega polja proti Vrhniku, temveč tudi tok v Blatni dvorani, ki se ob visoki vodi, ko ta zapolni ondotni požiralni sifon, obrne ob severni steni dvorane v isto smer proti t. 42, kjer ponika.

Že zato, ker je voda iz Blatne in Podorne dvorane odnesla obsežne gmote apnenca, so se morali tod skozi dreviti znatni tokovi. Obdržali so se do danes le v Blatni dvorani, kjer so utegnili še poglobiti tla, medtem ko so jih nenadni podori v Podorni dvorani odvrčali od tod. Tok, ki ga domnevamo v neznanem podzemlju od Blatne dvorane mimo Podorne dvorane, je vzporeden s tokom, ki gre, kadar je voda visoka, skozi Skalni rov in Severno sifonsko brezno proti četrtemu jezeru.

Ker ima večina Južnega rokava enakomerne razsežnosti in erozijski prečni profil, smemo sklepati, da je večidel erozijskega postanka. Vsekakor kaže ta del Logarčka znake staranja; tu je več sige, zasigane ilovice in skalnih ruševin. Ker pa je prečni profil v srednjem delu med t. XVI in XXII drugačen, se odpira vprašanje, ali je rokav delo enotnega toka ali več ločenih tokov. Če bi obstajal nekdanj enoten tok, bi šel med t. XXIV in XVII v domala nasprotni, vzhodni smeri, ne pa proti Z, kar smo ugotovili za sedanje in bivše tokove drugod. Prav v tem oddelku pa je Južni rokav erozija najmanj preoblikovala in se dno spušča na obe strani, tako proti Severnemu rokavu kot proti Južnemu sifonskemu breznu, nad katerim seže poglobitvi podaljšek rova proti S. Povprečna nadmorska višina dna med Južnim lijakom in t. XVI je namreč 452 m, pod Dietzovim oknom 450 m, pred Južnim sifonskim breznom pa nekaj nad 441 m. Iz vsega povedanega torej izhaja, da ni nobenih dokazov, ki bi govorili za to, da je Logarček izoblikoval enoten tok. Če prečka sedaj jamo, kot vse kaže, več tokov, ni osnove za mišljenje P u -

ticka (1887, 573—574) in Michlerja (1956, 10), da bi obstajala pod spodnjo etažo še nižja, sklenjena in stalno aktivna vodna etaža.

Ceprav v genetskem pogledu delitev rogov na etaže ni povsem upravičena, ostajam pri njej in ločim zaradi preglednosti:

I a. rove zgornje etaže, ki so v višini okoli 470 m (t. 1—16). V tej višini so se predvsem zaradi korozije pod zastajajočo ilovico izoblikovali rovi med t. 1 in 12;

I b. Zvezni rov zgornje etaže in njegovo nadaljevanje proti S z dnom, ki je v višini okoli 467 m;

II a. Severni in Južni rokav spodnje etaže, ki je v višini 450 do 453 m, kjer pa dno mestoma še vedno poglobljajo obnavljajoči se tokovi v Skalnem rovu (453 m), Blatni dvorani (453 m), Bukovčevem rovu (437 m) in v odseku med Južnim lijakom in Južnim sifonskim breznom (441—443 m);

II b. severozahodni podaljšek spodnje etaže za Severnim sifonskim breznom z domnevano višino dna okoli 425—430 m.

Po sorodnosti svojstev pa ločimo naslednje tipe rogov:

I. rove s prevladujočimi korozijskimi zgradbenimi oblikami; v njih so višine neenakomerne in presegajo širine; kapnica in siga sta pogostni; dno je neravno; po obliki in smeri so rovi navezani predvsem na razpoke (1—12, delno XVII—XIV);

II. rove z prevladujočimi erozijskimi zgradbenimi oblikami. Te pa lahko razčlenimo še naprej:

1. v rove s pretežno ilovnatim dnom, ki se vanj poglobljajo luknje, skozi katere odteka in priteka nederoča poplavna voda (t. 21—26, 39—42, 48, 50, 52—53, XXII—XXX);

2. v rove, ki imajo izprane skalne stene ter dno brez ilovice in sige (danes obdobjno aktivni rovi med t. 53—56 in Bukovčev rov);

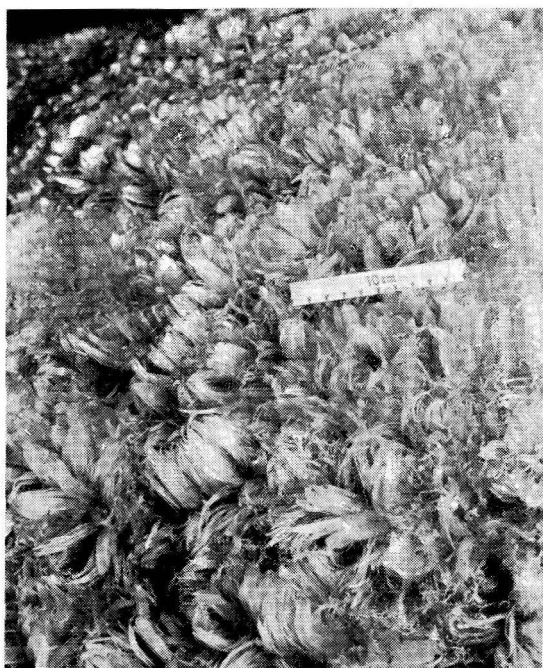
3. v rove, ki že kažejo znake staranja z odlomi skalovja bodisi na križišču razpok (t. 12—16, XII—XV) ali pa ob podolžnih razpokah (I—IV, VI—IX, X—XII, 48—51). Kjer potekajo ti rovi v smeri skladov, imajo poševen gladek strop in poševno dno, tako da so v prečnem profilu podobni romboidom.

Klima. Društveni arhiv hrani okoli 150 podatkov o temperaturi zraka in vode na raznih krajih Logarčka. Ker pa so se merjenja opravljala le mimogrede, navadno na počivališčih, seveda ne dajejo sistematičnega prikaza njegove klime. Vendar moremo v splošnem ugotoviti naslednje:

Ker se vhodno brezno v srednjem delu zoži, ne dopušča večje ohlaiditve Vhodne dvoranice in je tu pozimi zrak povprečno za 7,7° toplejši kot na površju. Ker se takrat stikata v vhodnem breznu zgornji hladnejši in spodnji toplejši zrak, nastajajo v njem megle. Doslej so namerili na dnu brezna temperaturo pod lediščem (—1,1°) le enkrat, in sicer v času dolgotrajnega mraza. Takrat so pokrivali ledeni kristali stene vhodne dvoranice do Lisičine (eksk. 16. in 17. februarja 1929).

Klimatsko lahko razčlenimo Logarček na tri oddelke.

1. Vhodna dvoranica. Ta je pod močnim vplivom temperature na površju, nakar ta vpliv proti Lisičini ponehuje. Tako smo 7. februarja 1960 namerili med t. 1 in 2 $4,5^{\circ}$, v špranji ob južni steni (t. 2) $5,4^{\circ}$, konec vodoravnega rova pod kaminom (t. 2) $7,8^{\circ}$, v Lisičini $5,2^{\circ}$, konec Slepega rova $6,8^{\circ}$ in pri t. 12 $7,4^{\circ}$ C.



Sl. 40. Logarček. Ledeni kristali na stenah Vhodne dvoranice v hudi zimi 1929. — Fig. 40. Logarček Cave. Ice crystals on the walls of the little Entrance Hall in the severe winter 1929

Foto R. Kenk

2. Rovi med t. 5 in 16. Ker Lisičina močno zadržuje izmenjavo zraka, je tu kolebanje temperature med letom znatno manjše, pač pa na njo občutno vpliva kapnica. Doslej izmerjena ekstrema sta $6,7^{\circ}$ in $8,5^{\circ}$ C.

3. Rovi spodnje etaže. Ti imajo dokaj stalno temperaturo. Večje razlike izkazujejo le rovi, ki jih ponornica zaliva. V severnem rokavu koleba temperatura zraka med $8,1^{\circ}$ in $9,0^{\circ}$ C. Ker se tu uveljavljajo potoki le kratek čas, se ozračje pozimi ne ohladi kaj prida. Tako so v Blatni dvorani namerili 20. januarja 1957 temperaturo vode $6,1^{\circ}$ in temperaturo zraka $8,0^{\circ}$. Kapnica v spodnji etaži izkazuje povprečno temperaturo (26 merjenj) $8,9^{\circ}$ C z ekstrema $11,8^{\circ}$ in $7,8^{\circ}$ C.

V Logarčku smo opravili največ meritev 7. januarja 1962. Takrat je znašala temperatura zraka pred vhodom ob 8.30^h — 6,7°. Do 13^h smo namerili v jami: na dnu vhodnega brezna 3,7°, pred Lisičino 4,2°, pri t. 7 5,5°, pri t. 10 7,2°, pri Taborišču 7,2° (kapnica pri t. 12 je imela 7,7°), pred Dietzovim oknom v zgornji etaži 8,0°, v spodnji etaži pri t. 17 8,7° (kapnica 8,4°), v dvoranici pred Pasažo, ki je bila zalita, 8,8°, pri t. XI v južnem rokavu 7,8° (kapnica 7,4°), pri Južnem lijaku 9,3° (kapnica 9,2°), pri t. XVII 8,7°, pri t. XXIX 1,6 m nad potokom, ki je tekkel iz Južnega sifona (glej str. 61), pa 8,4° C.

Po teh podatkih kapnica v zgornji etaži pozimi zrak segreva, v Južnem rovu pa ohlaja. Vpliva tedaj izenačevalno na temperaturo zraka, ki se v zgornji etaži ohlaja od zunaj. Omenjenega dne je namreč ležala 10—20 cm debela snežna odeja. Kako malo more ohladiti mrzel potok jamski zrak, priča meritev pri t. XXIX, kjer je potok imel 3,7°, zrak 1,6 m nad njim pa 8,4° C.

Kapnica v Logarčku ima povprečno temperaturo pozimi 8,1° (9 meritev), poleti 9,0° (8 meritev) in jeseni 9,6° C (9 meritev). Nad 10° je imela le stoječa voda v Blatni dvorani in v Skalnem rovu, verjetno pa je to bil ostanek poletne poplavalne vode.

Relativna vlažnost zraka je bila merjena 14-krat. Gibala se je med 94 % in 100 % ter je znašala povprečno 97,2 %. V Glavnem rovu zgornje etaže in v Severnem rokavu med t. 36 in 40 smo na stropu večkrat opazili kapljice, ki so verjetno nastale zaradi kondenzacije. Tod je bilo povsod možno raziti skalo do 1 cm globoko. Na teh mestih so izstopale kalcitne žile in ponekod tudi hieroglifi.

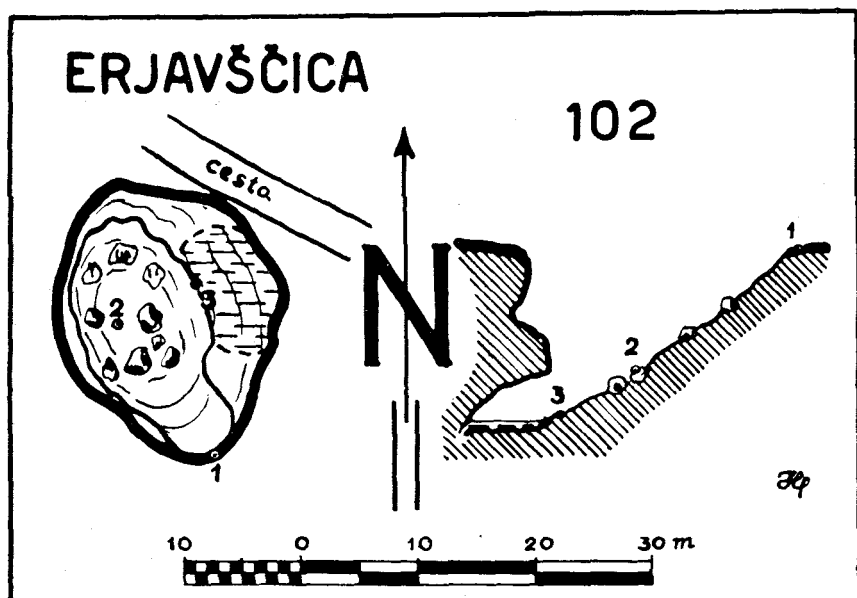
V Logarčku ni čutiti močnih zračnih tokov. Ob zimskem mrazu na zemeljskem površju piha veter iz Pasaže in iz Lisičine v notranjost (16. in 17. februarja 1929, 7. februarja 1960), poleti pa skozi Pasažo proti Dietzovemu oknu (9. oktobra 1927, 8. julija 1928). Ko je divjala 7. februarja 1960 burja, je bilo zaznati vrh Dietzovega okna izmenično kretanje zraka v okno in iz njega. Izmenjava je sledila vsakih 45 do 55 sekund, kdaj pa tudi brez reda. Ker odprave tega pojava ob mirnem vremenu še niso zapazile, se zdi, da jo povzroča burja, ne pa kolebanje zračnega tlaka, kakršnega so ugotovili v Briškovski jami pri Trstu (Polli 1953).

Jama in površje. Površje nad Logarčkom zarašča visok, pretežno iglast gozd. Le nad Severnim rokavom iznad Pasaže je na poseki iz zadnje svetovne vojne na obeh straneh železniške proge grmičevje in mlado drevje. V splošnem so meritve na površju pokazale, da se drže rovi spodnje etaže s prevladujočo južno in severno smerjo izohips, ali pa da potekajo prečno nanje. To si razlagamo tako, da sta jama in površje nad njo prilagojeni legi skladov in se zato držita njihove smeri ali pa smeri njihovega vpada.

Smer izohips imajo rovi med t. 12 in 15, 24—37, 47—57. Severozahodni rov med Severnim sifonskim breznom in četrtim jezerom se vrača nazaj k železniški progi. Če teče potok onstran zadnjega jezera proti SZ, ga moramo pričakovati pod suho dolino vzdolž

železniške proge proti Logatcu. Verjetno pa kasneje zavije proti SV. Na to kažejo tri koliševke, ki so razporejene v tej smeri. Zadnja od njih je Laška kukava, ki ima na topografski karti globino 75 m.

Južni rokav se drži do kolena pri t. XVI približno smeri izohips, nato pa sledi pobočju navzdol do Južnega sifonskega brezna. Nad njim je v nadm. višini okoli 490 m skupina vrtač blizu kraja gozda, od koder je dobrih 100 m do nove hiše vzhodno od ruševin parne



Sl. 41. — Fig. 41.

žage nad Lazami. Od konca Južnega rokava je le kakih 200–300 m zračne črte do udornega 18 m globokega brezna

Erjavščice (kat. št. 102, gl. sl. 41), ki se odpira kraj ceste v Lazah v nadmorski višini 455 m. Načrt R. Gospodarič.

Severna stran brezna je navpična in spodaj previsna, južno pobočje pa je zložnejše in pokrito z ilovico in prstjo. V času poplav Planinskega polja zaliva voda tudi njegovo dno. Leta 1932 je znašala temperatura vode 11. avgusta 16,3°, leta 1960 3. novembra pa 11,0° C. Voda seže približno tako visoko kot v Južnem sifonskem breznu v Logarčku (gl. str. 39).

Ker so stene in strop Logarčka večidel razgaljene, je bilo mogoče tu ugotoviti mnogo razpok in vsaj dve prelomnici. To daje dobro osnovo za ugotavljanje odnošajev med kraškimi pojavi na površju in razpokami v podzemlju. Le-to velja zlasti za vrtače, za katere se od Cvijića (893) naprej stalno navaja, da nastopajo

ob razpokah, ki se skozi nje osredotočeno pretaka izpodnebna voda v notranjost. Ob takem pojmovanju nastaja načelen pomislek, ali se more padavinska voda združevati v večje curke že na površju, saj jih na pravem krasu ne opazimo niti na ilovnatih pobočjih vrtač.

Nad rovi Logarčka so vrtače globoke 4–6 m. Njihova pobočja so večidel skalnata in ponekod prepadna. Po obliki sodeč so to udorne vrtače, ki v splošnem niso bolj goste kot v okolici, a so večinoma nad rovi. So povsod tam, kjer je bilo mogoče v podzemlju ugotoviti prelome (pri Taborišču, t. 12) ali pa razpoke (npr. med t. 19–20), pa tudi tam, kjer se močno menja smer Severnega rokava (pri t. 24 in 37). Nad Dvorano za Pasažo se začenja na površju niz širokih in ne posebno globokih vrtač v severozahodni smeri preko Podorne dvorane po pobočju navzdol. Med Dvorano za Pasažo in Blatno dvorano, kjer se površje dviga za 8 do 14', prečka rov izohipse. Nad železniškim tirom, pod katerim nahajamo jamske prostore med t. 39 in 40, je strop debel okoli 85 m. Nad Blatno dvorano so skladi očitno razpokani in ni vrtač, pač pa je površje bolj kamnito. Z eno samo neizrazito izjemo (pri t. 52) manjkajo vrtače tudi nad rovi severno od Blatne dvorane. Iznad Severnega sifonskega brezna je globoka udorna vrtača in postane površje mnogo bolj kamnito. Nad Južnim rokavom so do 40 m široke vrtače pri t. IX in XI ter nad zavojem rova pri t. XVI. Tudi nad Južnim sifonskim breznom nahajamo skupino vrtač.

V celoti moremo trditi, da tod, kjer so skladi na gosto razpokani, ni vrtač, temveč se uveljavi bolj kamnito površje. Sicer pa površje nad Logarčkom z izjemo vrtač z ničemer ne opozarja na to, da so spodaj jamski prostori. To kaže, da sta šla razvoja površja in jame, ki je povprečno 60 do 70 m niže, med seboj nezavisno pot.

Zaključki

Opazovanja in merjenja, ki naj bi prispevala k poznavanju krasa na severnem kraju Planinskega polja, so osvetlila kolebanja vodne gladine v odtočnih jamah v naslednji meri:

Kraj	Oddaljenost od kraja Planinskega polja	Vodna gladina	
		najnižja	najvišja
Pod stenami	0 m	427 m	459 ? m
Mačkovica, Mala dvorana	370 m	? m	nad 447,5 m
Mačkovica, severozahodni rokav	460 m	izpod 433,5 m	450 m
Vranja jama	100 m	izpod 422 m	izpod 447 m
Logarček, severni rokav .	1500 m	izpod 407 m	448 m
Gradišnica*	2500 m	354 m	394 m

* Marussig M., Velkovrh F., Gradišnica, kat. št. 86, Naše jame I, 1959, str. 27.

Severno od dolomitskega pasu, v katerem je osredje Planinskega polja, nadmorska višina podzemeljskih pritokov Ljubljanič naglo pada, zelo pa koleba njihova zgornja višina glede na vodno stanje. Že to kolebanje vodne gladine v globokem kraškem zaledju dokazuje, da ob visokih vodah ni enotnega ozkega grla med Planinskim poljem in izviri Ljubljanič, temveč je teh več na široki fronti. Zato je regulacija vhodov v požiralnike na kraju polja tem manj smiselna.

Spričo številnih dokazanih podzemeljskih odtokov, ki so se nekdaj in se deloma še danes poslužujejo raziskanih jam v nekaterih rovih, ne moremo pričakovati, da bi obstajal enoten tok podzemeljske Ljubljanič, niti da je kdaj obstajala enotna podzemeljska Paleoljubljanič. Vode, ki izginjajo v času poplav na Planinskem polju v vsaj 150 ponorov, prihajajo na dan v izviri Ljubljanič na Vrhnikih ob srednji vodi še vedno na 12 mestih.

Ker zavisi oblikovitost obrobja Planinskega polja od oblike dotoka in odtoka, je upravičeno mišljenje, da je polje nastalo prav zaradi razpršenega ponikanja poplavne vode, ki ga frontalno razširja s korozijo in z rušenjem stropovja nad mnogimi jamami. Enoten ponor in enoten tok bi namreč ustvaril doline, ne pa polja. Med izsledki teoretske narave so najvažnejši tisti, ki osvetljujejo vlogo in pomen drobne razpokanosti apnenca za tvorbo kraških oblik v podzemlju in na površju. Pokazalo se je, da niso važne le večje razpoke, ampak tudi manjše pokline, ki so delno ali že v celoti zapolnjene s kalcitom. Te sicer ne prepuščajo več vode, so pa mesta manjše odpornosti in pospešujejo rušenje stropa.

Kako pomembno vplivajo razpoke na smer jame, priča Logarček, kjer merijo rovi, nastali v smeri skladov 507 m — 23 %, rovi v smeri vpadnice skladov 432 m — 19 %, rovi v smeri razpok in smeri skladov 179 m — 8 %, rovi le v smeri razpok 547 m — 23 %, medtem ko za 326 m rogov — 16 % ni proučitve in za 204 m rogov — 9 % ni jasnosti. Rovi, ki potekajo v smeri skladov ali vpadnice skladov, so ravni na večje razdalje, medtem ko se pri rovih v smeri razpoke smer pogosteje menja.

Ker sten raziskanih jam večidel ne prekriva siga ali ilovica, je bilo možno s proučitvijo drobnih razpok ugotoviti oblike, ki so navadno vezane nanje. Te oblike so zvišan strop, ki se pod njim na dnu nabirajo odpadli deli skladov, ali pa kamini, konec katerih so pogosto korozijske kotlice z gladkimi stenami, kakršne ustvarja po previsni steni polzeča agresivna voda. Pod kaminom je v skalnatem dnu, če ga pokriva ilovica, običajno kotanja, dokaz vodne korozije. Če pa tu voda odlaga sigo, ni kotanje, temveč sigova kopa z običajnimi ponvicami.

V koliki meri so vrtače navezane na razpoke v jamah, se ni dalo zadovoljivo ugotoviti. Nad podzemeljskimi prostori ni udornih vrtač nič več kot v njihovi širši okolici in nad razpokami je površje

takšno kot drugod. Te ugotovitve se strinjajo z opažanji, da imajo manjše razpoke omejeno razsežnost in da njihov vpliv ne seže do več deset metrov više ležečega površja. V vseh primerih pa ustreza drobno razpokanemu apnencu v podzemlju bolj kamnito površje nad njim. Ugotovljene zveze med razpokanostjo in površinskimi oblikami pa držijo le za dobro skladovite kompaktne apnence, kakršni so na severnem kraju Planinskega polja. Nad vsakim sifonskim breznom smo mogli ugotoviti na površju udorno vrtačo, dasi razpoka v brezni ni bila vedno očitna.

Neznatno zgostitev vrtač nad razpokami v podzemlju si je mogoče razložiti s pomočjo novejših hidrokemičnih izsledkov, ki ugotavljajo korozijo v časovni odvisnosti (Boegli 1956). Ker odteka v razpokanem apnencu voda hitreje, površje manj korodira in tako ustvarja manj ilovice, pa jo hitreje odnaša v razpoke. Zato nad večjimi gostimi razpokami ni pogojev za nastanek korozijskih vrtač. Vrtače nad opisanimi jamami so izrazito udorne, brez debelejšje plasti ilovice na dnu. Zato so bolj pogostne korozijske vrtače na manj prepustnih kameninah. Ne manjkajo niti na dobro vododržnem dolomitu. V njem je izpričalo vrtanje tudi v dnu Planinskega polja primere zatrpanih »zastarelih« vrtač (v smislu Lehmana, 1930/1931, 67).

Ako upoštevamo trajanje pretoka v apnencu, ki je potrebno, da se voda relativno zasiti, lahko razumemo, da skozi odprte razpoke in prelome polzeča kapnica (Mačkovica, vhodna dvorana v Logarčku, Severni rokav) bolj korodira jamska tla. Večje špranje pospešijo nastajanje hitro tekočih navpičnih curkov, ki lahko zato izvotlijo globoka brezna, zlasti, če nimajo primešane mnogo zasičene pronicajoče vode iz stranskih lezik. Tako se pokaže, da so brezna bolj navezana na razpoke kot vodoravni rovi.

Naše raziskovanje potrjuje tudi nastanek koliševk (ob Skedneni jami, vhod v Mačkovico, vhod v Vranjo jamo) v razpokanih apnencih nad jamskimi prostori. Ker je korozija ponikalnic takoj po vstopu v podzemlje največja, so blizu kraškega polja podzemeljski prostori navadno največji in so zato tu največji udori-koliševke, ki pripomagajo k širjenju polja.

Ekskurzijski razpisniki ločijo v raziskanih jamah kapnico in tekočo vodo. Merjenja in opazovanja v Logarčku terjajo še podrobnejšo opredelitev kraških voda kot jo predlaga Jenko (1959, 73). Pri kapnici je namreč treba jasno ločiti pravo kapnico, ki prihaja skozi lezike in drobne razpoke vedno le v podobi kapljic, od curkov, ki jih po deževju prepuščajo kamini. Dasi je strop v Logarčku povprečno le 60–70 m debel, kaplja voda z njega v spodnji etaži tudi v suši, pozimi in po dežju pa povsod. Ta prava kapnica se nato praviloma razliva po zasiganem jamskem dnu, medtem ko dolbejo vodni curki — ti se v Logarčku spremene v padajoče kapljice šele 1–3 tedne po deževju — brezna in špranje. Le v redkih

primerih ustvarja prava kapnica manjše vodne tokove, ki zalivajo kotanje. V njih pa je nakapano vodo težko ločiti od vode, ki je ostala po povodnji, ker se ta hitro prilagodi ondodni jamski temperaturi.

Meritve gladine vode in njene temperature pričajo, da je v kraških votlinah ujete poplavne vode več, kot se je navadno nadejamo; v Logarčku je npr. ob nizkem stanju v vseh sifonskih breznih. Prav zaradi tega je bilo pri nas toliko neuspešnih črpanj brezen, ko se ob umetnem nižanju vodne gladine ni našel pričakovani podzemeljski dotok (glej: Jenko, 1959, 193—196). Ravno ta ujeta voda, ki ostaja po poplavih v sifonskih kotanjah, zapira dostop v nižje rove, kjer so stalni tokovi, ki bi bili primerni za zajetje. Ujeta voda in močno kolebanje vodne gladine sta torej poglobitveni oviri, da se kraške vode doslej niso mogle bolj izkoristiti.

Posebno mesto v sistemu kraških voda pripada vodi v vodo-kaznih breznih, ki jih s tokovi povezujejo navzdol obrnjeni kolennasti sifoni, dasi koleba v njih vodna gladina tako kot v vodnih jamah. Posebna zvrst kraške vode, ki je sicer v jamah ni mogoče ugotoviti, a nanjo naletimo pri prebijanju globokih predorov (npr. Bohinjskega predora, Kossmat, 1907), je stoječa voda, ki se zaleze v ozke slepe špranje.

Da bi ugotovili razlike v kemični sestavi vode, ki kažejo različne morfogogenetske sposobnosti, smo 7. januarja 1962 analizirali vzorce iz raznih mest na Planinskem polju in njegovem obrobju. Vse zajete vode (glej niže tabelo) so imele izredno mnogo kisika in nič agresivne CO_2 . Po naših meritvah tedaj niso bile agresivne. V Logarčku in v Vranji jami je imela kapnica manjšo totalno, karbonatno in magnezijevo trdoto kot Unica, čeprav je sigotvorna. V ilovnatih kotanjah ujeta mirujoča voda v dvoranici pred Pasažo in v Južnem lijaku je imela manjšo trdoto kot kapnica pri t. 13. V Vranji jami pa je bila sigotvorna kapnica v Suhem rovu mehkejša od vode v Vodnem rovu, ki ima tudi glede na visoko Mg trdoto nedvomno zvezo z Unico. Potok iz Južnega sifona v Logarčku in voda v Vodnem rovu Vranje jame izkazujeta manjšo kalcijevo in totalno trdoto pa večjo karbonatno trdoto kot Unica, ki imata z njo dokazano zvezo.

Marsikatero vprašanje, ki ga nakazuje tabela, bodo mogla osvetliti šele ponovna večkratna merjenja.

Hidrokemične meritve na severnem kraju Planinskega polja 7. januarja 1962

Prevladovalo je hladno in suho, nekaj dni prej pa padavinsko vreme. Zato je bila visoka voda. Planinsko polje je bilo zalito do njiv vzhodno od Laz. Snežna odeja je bila visoka 10—18 cm, na polju je bil led.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Temp. zraka	0,1	—	— 1,0	8,4	9,5	8,8	— 5,5	—	7,3	4,0	— 3,0
Temp. vode	4,0	2,0	1,5	3,7	—	8,7	0,5	2,5	7,7	4,5	2,5
O ₂ mg	14	16	14	16	16	17	16	18	7,5	11	16
CO ₂ vezana	80	79	73	85	69	64	84	60	68	84	100
CO ₂ prosta	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO ₂ pripad.	11	8	8	11	8	7	11	6	8	14	8
CO ₂ agres.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca trdota	8,9	8,9	8,0	7,3	8,5	8,3	8,0	7,8	9,1	11,0	6,8
Mg trdota	1,5	1,5	1,7	1,1	0,3	0,5	1,5	0,5	0,7	0,5	6,6
Totalna trd.	10,4	10,4	9,6	8,4	8,8	8,8	9,5	8,1	9,8	11,5	13,4
Karbon. trd.	10,0	10,0	9,2	10,9	8,7	8,1	10,7	7,7	9,7	10,6	12,7

Trdote so v ‰N, CO₂ v mg/l

1. Planinska jama pred jezom
2. Babin dol pod Stenami pri katavotronih
3. Poplavna voda v stoječem zalivu jezera na Planinskem polju vzhodno od Laz pod ledom
4. Logarček; potok, ki je tekel iz Južnega sifona, pri tč. XXIX
5. Logarček; Južni lijak
6. Logarček; pred Pasažo v stoječem tolmunu
7. Vranja jama; vodni rov
8. Vranja jama; kapnica v Suhem rovu
9. Logarček; kapnica pri t. 13 v zgornji etaži
10. Mačkoviča; kapnica v Mali dvorani bliu vhoda
11. Logaščica pod mostom v G. Logatecu

Hidrokemija ima med drugim hvaležno nalogo, da klasificira kraške vode po sposobnosti za preoblikovanje podzemeljskih votlin. Po oblikah, ki smo jih opisali v jamah na severnem kraju Planinskega polja, je treba kraške vode razdeliti vsaj na naslednje skupine:

1. kapniška ali pronicajoča voda. Jamarji označujemo s kapnico padavinsko vodo, ki pronica skozi kraško gmoto in kaplja z jamskega stropa. V jamah praviloma odlaga sigo. Upoštevanja vredno je, da ni sigotvorna na previsih ob jamskem vhodu in v tistih jamah, v katere segajo zmrzal ali drugi močni vplivi od zunaj (Skednena jama, Vranja jama razen Suhega rova). Izhlapevanje vode tudi zato ne more biti poglavitni vzrok za odlaganje sige;

2. vodni curki, ki so navpični ali poševni manjši tokovi pronicajoče padavinske vode. V jamah se njihova morfogenska sposobnost menjuje glede na prostor in čas. Tudi v Logarčku so nedaleč od razsežnih kaminov s korozijskimi kotlicami in lijaki v dnu jame kamini, s katerih visijo stalaktiti in pod katerimi rasejo sigove kope. Nekateri vodni curki ob suši odlagajo sigo, po deževju pa jo razdirajo (primer pri t. V v Logarčku v Južnem rovu). Ali jo erodira prenagel tok ali pa tedaj voda korodira, ker hitro priteka po razpokah, napolnjenih z ilovico, ali ker se spreminjajo svojstva zraka, bo moglo ugotoviti nadaljnje podrobno opazovanje in merjenje;

3. globinske odtoke voda (po Jenku 1959, 73 globinske vodne žile), ki so se nabrali kot kapnica v potoke. Ker imajo slabo korozijsko in erozijsko sposobnost, se v glavnem prilagajajo obstoječim prepokam in lezikam. Zato se često cepijo v več rovov;

4. ponikalnice. To so površinski potoki, ki poniknejo v kraška tla. Njihova korozijska sposobnost odvisi v veliki meri od silikatnosti kamenin v vodozbirnem področju, erozijska moč pa predvsem od peska in proda, ki ga prenašajo. Od vseh kraških voda imajo ponikalnice največjo preoblikovalno sposobnost in naše največje jame so njihovo delo (Gams, 1959a). V opisanih jamah najdemo korozijske jamske oblike tudi tedaj, kadar ima ponornica v njih večjo karbonatno in celokupno trdoto kot jo ima sigotvorna kapnica. V jamah odlaga ilovico, ki je često humozna in je bivališče številnih jamskih živali. Pod tako ilovico je skala navadno korodirana in na ilovici često tudi kapnica ne odlaga sige.

4a. ponikalniški curki. Poplavna voda različnega izvora ponika ponekod skozi naplavino (npr. v Globodolu, Gams, 1959) in doseže jame v obliki curkov, ki so korozijsko aktivni;

5. mirujočo vodo, ki jo glede na višino gladine delimo a) v stoječo vodo v vodokaznih brezni in jamah, b) v ujeta vodo nad ponikalnico ali globinskim potokom, ko je ta upadel, ali pa c) v slepih špranjah ujeta vodo pod pretočno cono ali v območju te cone. Po izvoru gre za vodo, opisano pod t. 1—4. Pri daljšem prilagajanju na jamsko okolje dobi lastnosti kapnice.

Zaradi že opravljene dolge podzemelske poti po krasu odtoki Planinskega polja sicer niso več tipične ponikalnice, vendar korodirajo vsaj v raziskanih jamah. Kjer se v njih pretaka voda, praviloma ni sige. Voda verjetno na nadaljnji podzemelski poti izgublja moč, da bi ustvarjala večje rove, in se zato tod preliva v bolj vijugavih kanalih, ki so se prilagodili mestom manjše odporosti. Merjenja v Gradišnici potrjujejo domnevo, da višina vodnega toka zelo koleba tudi v globokem zaledju Planinskega polja. Ob enem z naraščanjem vodnega dotoka se poslužuje voda vedno več višjih rovov, dokler je nižji in najnižji rovi ne morejo spet sami pretočiti.

Zlasti opažanja v Skedneni jami pričajo, da doseže pronicajoča voda relativno karbonatno zasičenost v podzemlju že na poti skozi nekaj 10 m debelo stropovje. Če bi ta voda odlagala sigo že v začetnih kapilarah, bi jih zadelala v razmeroma kratkem času. Ker pa se to ne dogaja in odlaga voda sigo šele na jamskem stropu in dnu jamskih prostorov, morajo ta odlaganja povzročati spremembe, ki nastajajo pod vplivom jamskega okolja.

Verjetno je kolebala piecometrična gladina odtoka s Planinskega polja že v razdobjih, ko je bila višja kot danes. Tako se odpira zanimivo vprašanje, kako so nastali vodoravni rovi v višini 440 do 453 m v severozahodnem rokavu Mačkovice in v spodnji etaži Logarčka. Zdi se, da je bil v tem nivoju tudi tisti del Vranje

jame, ki jo je uničila koliševka, in pred nastankom koliševke tudi Skednena jama, kjer se je po podoru dno prav tako zvišalo. Podoben rov je opisan tudi v Lippertovi (?) jami. Vsi omenjeni rovi imajo namreč ilovnato dno in so malone brez sige.

Če torej predpostavimo, da je zgornja meja pretočne cone za Planinskim poljem kolebala podobno kot danes, se odpira vprašanje, ali so vodoravni odseki opisanega podzemlja nastali v nivoju nizke, srednje ali visoke vode. Odgovor na to nam lahko dajo opažanja, da so ponikalnice najbolj kalne in prodonosne ter imajo najnižje trdote ob visokem vodnem stanju. Globinski odtoki pronicajoče vode ne zapadejo tolikim spremembam.

Po tem kriteriju bi bile opisane jame delo ponikalnic s Planinskega polja ob visoki vodi. Naša hidrokemična merjenja sicer niso dokazala njihove agresivnosti, vendar nas prepriča že bežni izračun, da ponikalnice spričo velikih pretočnih količin že ob nedoločljivo majhnih hidrokemičnih spremembah lahko odnesejo v geoloških razdobjih gmote, ki so velikokrat večje od prostornine vseh jam. Treba pa je računati tudi z hladnimi pleistocenskimi dobami, ko so bile ponikalnice bolj prodonosne in je hladnejša voda potrebovala več časa odnosno daljšo pot po kraškem podzemlju, da se je relativno zasitila s karbonati.

Navedena razčlenitev vodovja v kraškem podzemlju posredno zadeva tudi vprašanje, ali nastanek kraških jam bolje pojasni vadozna ali freatična (anglosaksonska speleološka literatura) odnosno gravitacijska ali eforacijska teorija. Na Slovenskem imajo samo jame z večjimi ponikalnicami bolj ali manj uravnan podolžni profil. V njih teče voda večidel gravitacijsko in oblikuje rove tako, kot to predvideva Malott (1936), zagovornik vadozne teorije. Nasprotno ustvarjajo globinski tokovi samo na krasu zbrane vode le manjše naravne votline ob pogojih, kot jih predvidevajo zagovorniki freatične teorije, predvsem Davis (1930) in Bretz (1942).

Summary

LOGARČEK CAVE

When some of the meritorious speleologues have in large caves discovered underground streams of both the karstic branch rivers of the Ljublanica, which join on the Planinsko polje, there have been started intensified searches for their further underground flows between this polje and the Ljubljana marsh. These endeavours have not attained the wished aims not even then when after the World War I. the Association for Explorations of Caves of Slovenia, founded in 1910 already, started its searches. With the intention to show the public this section of its work at the 50 years' jubilee, the Society publishes with the aid of the Institute

for Karst Research in Postojna the results obtained in the underground on the N bord of the Planinsko polje.

The size of the Planinsko polje is of 16 km². The polje, which has been more intensively studied in the last 10 years because an accumulative lake has been planned for a water-power plant in Vrhnika (Pleničar 1953, 113; Budnar 1954, 12; Melik 1955, 86—89; Jenko 1959, 201—214; Savnik 1960, 213—223), is extending on the junction of water permeable and watertight rocks. The flat bottom in an imperceptible way passes from triassic dolomites in chamite and the rudistan cretaceous limestones in which are ranged the main swallows on the N part. The mapping has confirmed the existence of 150 odd of them. Because at the time of high waters they cannot carry all floods off the Planinsko polje, it is then submerged by a lake. In times of catastrophic inundations the lake has on the N part of the polje in the gulf of Babin dol the depth proved of 12 m, but according to the natives' declarations, it reaches sometimes also the depth of 17 m. (Putick 1889 a, 5 and fig. 4 and 5 on the enclosed map.)

In connection with the question if waters do eat away the bordering slopes of karstic poljes the quickest on the places where they come from — this is the opinion of Klaer (1957, 110), or there where they penetrate the underground, what has been asserted by Louis (1956, 42), the author declares that the slope of the Planinsko polje is the steepest on the places where waters come in and flow off. Therefore the polje has just here mostly been widened from the first form which was credibly placed on the contact point of dolomites and limestones. How the border of the polje has been moving back, was depending of hydrological conditions; where the large two brooks the Unica and the Malenščica flow in, the polje widens in the form of valleys, but where waters sink in a large range of swallows, its mountainous circumference is frontally receding. The end of the polje is the steepest in its Northern part Pod stenami. (Under the Walls) where the main swallows are situated.

492. Požiralnik v Škofjem lomu (The Swallow in Škofji lom, Fig. 3). Site: 900 m 558° NNW from the church on the Jakovica and 1400 m 315° NW from the Cooperative House (Zadružni dom) on the road — crossing in Laze. Entrance sea-level 452 m, length 126 m, depth 6 m. Artificially regulated swallow, named by Putick (1889, 62) after J. Edl. v. Lorenz Liburnau, divides in two mostly horizontal channels.

97. Jugovzhodna štirna od stenami (The SE Waterpit Under the Walls Fig. 4). Site: 1300 m 325° NW the church on the Jakovica and 550 m 64° NE from the height-mark 546 m on the Lanski vrh. Entrance sea-level 443 m, length 22,5 m, depth 18,5 m. Towards the end of the past century the entrances of this swallow and of the next one have been enlarged, built in, and grilled under the leadership of Putick (1889, 63).

98. Severozahodna štirna Pod stenami (The NW Waterpit Under the Walls Fig. 6). Site: 18 m NW from the SE Waterpit. Entrance sea-level 443 m, length 60 m, depth 11 m. The vertical well ramifies in two mostly horizontal channels.

493. Umetni požiralniki Pod stenami (Artificial Swallows Under the Walls). In the thirties of this century during the water melioration on the Planinsko polje, there were explored and built in the entrances of 3 potholes, situated NW from the Waterpits Under the Walls. One of them has a depth of 14 m, the two other are 12 m deep.

221. Jama Pod stenami pri Severozahodni štirni (The Cave Under the Walls near the NW Waterpit, Fig. 7). Site: See cad. N^o. 98. Entrance height 2 m above the alluvial bottom, length 4 m. The horizontal channel opens under the walls on the polje's border.

222. Mala jama Pod stenami (The Little Cave Under the Walls, Fig. 6). Site: 51 m, 310° NW from the NW Waterpit Under the Walls, Entrance sea-level about 442 m at the water-bed level, length 18 m. In 1824 the cave which opens at the feet of the walls got an artificial entrance, 2 m below the original one (Putick 1889, 64); in this century the entrances and the terminal pit have been grilled. Currents of air out of the terminal fissure indicate the connection with further underground rooms.

219. Velika jama Pod stenami. (The Large Cave Under the Walls, Fig. 10). Site: 175 m, 314 m, 314° NW from SE Waterpit Under the Walls and 500 m 46° NE from the height-mark 546 m on the Lanski vrh. Entrance sea-level 448 m, length 62 m. Plan and description by I. Gams. The cave is known in the older literature as Fortunatova jama (the Fortunat's Cave) (Putick 1889, 65).

The horizontal channel situated in the direction of the rock-strata, passes in a terminal higher little cave. As high as the flood waters rise the walls are sinter-free, the bottom is mostly of clay.

The characteristics common to so far described caves which are all periodical swallows on the border of the Planinsko polje, consist in the following points: The bootoms are mostly flat and clayish, because water does not run turbulently through them; as high as the floods rise there is no sinter because water is aggressive; the width of caves is relatively enough the same. The entrances of the caves have been grilled what can be proved — at the beginning of the 19th century to accelerate the flowing off of the waters from the polje, but no remarkable results have been attained. That narrow places are to be found usually in the deep hydrographical background and not at the entrances themselves, has been proved by other speleological (Gams, 1959, 45) and theoretical (Jenko, 1959, 216) explorations.

224. Skednena jama (See Fig. 11). Site: 1600 m 326° NW from the church oo Jakovica and 650 m 35° NE from the height-mark 546 m on Lanski vrh. Entrance sea-level 483 m, length 209 m, depth 30 m. Description by I. Gams, plan by Stefančič. The cave is mentioned by Urbas (1849) and Putick (1889, 67). In the cave we can distinguish 3 parts: the entrance channel which opens from a collapsed depression (in Slovene »koliševka«)¹ on the higher circumference above Babni dol is sloping to N and its bottom

¹ Koliševka, a Slovene term, means large and deep collapsed dolina isoklinale with stony walls.

is composed of rubble presumably fossile mostly. The middle channel is larger and has a flat bottom formed of thick pieces of sinter fallen from the ceiling and walls in past periods. So on some places a structural ground has been formed. In the third part which turns to the W and ends under a 25 m high wall of a collapsed depression, polygonal ground occurs, composed of clay and the surrounding rubble (Fig. 14).

The middle part has an erosion transversal profile. At the point VI there was a larger confluent channel filled up with sinter. Morphologically instructive is the constatation that rainwater which falls through the chimney-window near point IV directly on the wall, corrodes the limestone and creates furrows, but the dropping water falling from the 10—15 m thick ceiling leaves sinter close by. Because both entrances are open from the bottoms of the depressions, where the temperature inversion occurs, the main channel remains undernormally cold all the year long, but the side tunnels have a permanent temperature of about 7—8° C. In the main channel ice remains for a long while in spring (Kunaver 1953/54, 114).

212. Brezno I. pri Skedneni jami (The Pothole I. near the Skednena jama, Fig. 15). Site: 47 m NNE from the S entrance in the Skednena jama. Entrance sea-level height 492 m, depth 5 m. The pothole with a double entrance has arisen along the fissure, which is visible in the Skednena jama.

213. Brezno II. pri Skedneni jami (The Pothole II. near the Skednena jama, Fig. 15). Site: 25 m NNE from the S entrance in the Skednena jama. Entrance sea-level height 492 m, depth 6 m. The pothole opens above the abundantly sintered side tunnel of the Skednena jama. Putick (1889 a, Fig. 2 in the Appendix), published a sketch of Lippert's cave, where one could arrive till the underground Ljubljanska river. Later expeditions searched this cave without success but discovered in 1932.

209. Odkopano brezno (The Dug Out Pothole), which is only some metres deep, inaccessible vertical fissure with water on the bottom; in 1937 was discovered a larger cave which is perhaps identical with the Lippert's cave. This is

209. Odkopano brezno (The Dug Out Pothole), which is only some Fig. 16). Site: 250 m NNW from Vranja jama. Entrance sea-level about 540 m, length 233 m, depth 105 m. It is composed of a vertical wall and of horizontal channel, through which water perhaps flows off the Planinsko polje when it exceedingly rises. The repeated springing of the terminal strait where wind is blowing through did not open the way for further investigations.

88. Vranja jama (See fig. 11.). Site: 446 m 61° NE from the heightmark 546 m on the Lanski vrh and 1250 m 335° NW from the church on the Jakovica. Entrance sea-level in the entering koliševka (collapsed dolina) 510—515 m, length 326 m, depth 90 m. The N entrance is in the koliševka, where the Large channel begins. On the S end of this inclined channel water appears at the flooding of the Planinsko polje and which at the

sinking recedes in the Water channel. The Large channel branches out in the Dry channel, Water channel, and the Communication passage, where through the Urbas's passage (Putick 1889, 72) it is possible to reach the Cold Cave. This cave which is regarded by someones as an independent cave, consists of a leading and a collapsed little cave, which opens at the surface 18 m above the bottom of Babin dol. People have given it the name the Cold cave because it is a sort of fan for cold air out of the whole Vranja jama and of the koliševka, where the temperature inversion takes place. Martel (1894, 462) has already written about it. In winter the air at the bottom of the Large channel is so cold, that it promotes the formation of ice stalactites (Kunaver 1953/1954, 111—112). The cave is situated along the tectonic line which is confirmed by different deepening of the strata and by different directions of joints in the E channels and the W ones. That the entrance of koliševka was formed by collapsing of ceilings above the under ground rooms has been proved true by airholes (air-fissures) on the N end of the cave bottom. On January 17th, 1960 the temperature of 6°C was escaping of them though the air close-by had the temperature of -7°C.

52. Mačkovića (See Fig. 2.). Site: 250 m 86° ENE from the schoolbuilding in Laze and 500 m 233° SSW from the railway station Planina. Entrance sea-level 478 m, length 530 m, depth 44,5 m. This cave too opened on the surface after the formation of a collapsed entrance depression. The inclined channel reaches the 150 m long Large Hall, which is a room of 30.000 m³ odd. Its bottom is composed of collapsed rocks only. Round and round the bottom there are fissures from 1—20 cm wide and which are visible where they divide piles of sinter, curtains or stalactites (fig. 23). In some places the ground along the crack is only horizontally displaced, in other places it is also lowered. Because the collapsed materials is in some places about 30 m odd thick, probably the fissures have been caused by earthquakes. The NW channel is formed out in quite another way. In its horizontal part clay dominates on the bottom, the cross-section is an erosional one. In the cave there are many pits mostly with dropped-in water. In the Little Hall only there is a brook flowing at the time of high waters off the lake on the Planinsko polje towards the Large Hall.

During the searches of relations (connections) between the forms on the surface and under it in the underground, it was stated, that Mačkovića extends in the direction of isochypses or transversally on them and that the dolinas (sinkholes) above it are no more frequent as elsewhere. All the dolinas are collapsed, without clay on the bottom and they can be found everywhere above pits in the cave.

28. Logarček (Fig. II a-c). Site 700 m NNW from the railway station Planina and 1200 m 80° ENE from the church on Jakovica. Entrance sea-level 498 m, length of all channels 2285 m, depth 83 m.

With regard to the length of all channels the Logarček Cave is the 6th longest cave in Slovenia (Gams 1959, 4). With the aid of the native inhabitants it has been first discovered and described by Putick (1889, 569).

Because the old measurement marks were not preserved, the members of the Association in 1959 once more surveyed the cave with tachymeter and worked out a detailed plan. At the same time the cave has been explored systematically, especially with regard to hydrology and geomorphology.

The accessible channels of the Logarček Cave are — regarding the respective heights — ranged in the upper flat and the lower one. The upper flat is permanently dry and its main channels extend from S to N. Through an inclined window, called Dietz's window, we reach the 21 m lower flat in the middle of its main channel which is for this reason divided in the Northern branch and the Southern one.

The N branch is the narrowest in the Passage and extends mostly in the Muddy Hall (»Blatna dvorana«), which is the largest room of the Logarček Cave. When waters are middle-high or high, here is a brook running. Besides it one comes towards S in the Bukovec's channel which is interrupted by at least 30 m deep, more or less waterfilled pit and one comes then towards the N into the Rocky channel, which ends at the Northern siphon pit. Through this pit which is watered by several lakes, the access to the terminal siphon is possible in the greatest drought only.

The S branch is much more uniform. First the channel reaches the Pit of the Southern branch which is always more or less deep under water, then it continues till the S Siphon Pit which is in fact a system of several siphons.

The lower flat is periodically flooded by high waters on the lowest places only. Putick (1887, 574) thinks, that there is yet another lower flat with permanent water, and that the underground Ljubljana river flows through it, which — in the floodtime — reaches the upper channels. To verify this hypothesis we placed at the channels of the lower flat which are always flooded, hydrometers and we marked the waterlevels and the water temperatures. From the data received (see the page 61), it is evident, that the waterlevels in the pits do not reach the same heights and that the height differences at various waterlevels are different. This complies also with the data on temperature which confirm, that waters in the Logarček Cave loose relation with underground flows at the middle level and the low one. At exceptional high water, the lower flat is flooded in the entire width in the Northern branch only, N of the Muddy Hall, whilst it was possible in this hall to verify the directions of streams with hydrometers and cork, because then the Passage was filled too, which opens the access to it. Because in the Rock channel water drove the cork towards the Northern Siphon Pit and because the brook, which traverses in the N direction the Muddy Hall at high water, turns before the siphon to NW and so towards the Collapsed Hall, it is evident, that at least two water streams flow across the N branch of the Logarček Cave. When waters sink, all so far water supplying pits lose their immediate relations with water streams also in the N Siphon Pit.

In the Logarček Cave we can establish the following types of channels according to the relation of morphological and hydrological properties:

I. channels with predominating corrosive, basic forms; their heights are unequal and surpass the widths; the dropping water and sinter are frequent; the bottom is uneven; the forms and directions of channels accord with joints especially (P. 1—12, partly XVII—XLV).

II. channels with predominating erosive basic forms which can be subdivided in:

1. channels with predominating clay bottoms with sinks through which calm flooding water flows off and penetrates into, and which is depositing clay (P. 21—26, 39—42, 48, 50, 52—53, XXII—XXX);

2. channels, which have washed off rocky walls and bottoms without clay and sinter, because they are periodically flown through by running waters. These are the lowest parts of the cave (P. 53—56, the Bukovec's Channel and the continuation of the lower flat across the N Siphon Pit);

3. channels, which show signs of ageing either with collapsing of rocks usually on crossings of joints (P. 12—16, XII—XV), or with collapsing of ceilings along longitudinal joints (I—IV, VI—IX, X—XII, 48—51). Where these channels extend in the direction of strata they have inclined fissures.

Climatically we divide the Logarček Cave in 3 sections:

1. The Entrance Hall is under the influence of the air temperature on the surface. Because the entrance pothole is in the middle part narrowed, in winter the air at its bottom is usually 7° C warmer than outside.

2. In the channels of the upper flat between p. 5—16 the influence of dropping water is perceptible. The temperatures so far measured balance here between 6,7° and 8,5° C.

3. In the channel of the lower flat the air temperature is permanent enough. The extreme temperatures so far measured amount to 8,1°, and 9,9° C. The dropping water in them shows a middle temperature in winter 8,1°, in summer 9°, and in autumn 9,6° C. The temperature of the periodically flowing through water in the Muddy Hall balances more noticeably.

The relative humidity of the air was measured 14 times. It oscillated between 94 % and 100 % and amounted to an average of 97,2 %. Especially in the upper flat it is possible to observe the condensation water on the ceiling. The author thinks that with its penetration is connected the formation of worm-shaped deposits (*dépôts vermiculés*) which we can find mostly as sinter formations on the ceiling of the Main channel of the upper flat and as clayey formations also in the NW branch of the Mačkovica. Likewise Renault, the author too rejects the explanations of Jeannel and Racowitza that these depositions have been created by the dropping water on a uniform rock. They have been formed on the ceiling and on the walls. The direction of their traces does not correspond to the law of gravity which the moving water had to accomodate itself to (Renault, 1953, 365—369). In our case the Renault's opinion can't be supported that these

depositions are created by corrosion of the water percolating through little fissures and that their traces correspond to the small cracks of layers. When with a knife we scratched off the sinter dust and the clay dust, we could ascertain that this conformity of depositions with the fissures is local only and that these traces are running mostly over the uniform rock's edges which have been formed everywhere on the places where the rock was more resistant to corrosion.

It looks that the worm-like (vermiculés) deposits in the Logarček Cave have a double origin. Somewhere they are the results of sintering of clayey traces which are the remains of the once uniform clayey coating. In the Hall before the Passage we can observe the gradual transition from the lower clayey cover to the upper clayey worm-like deposits. Elsewhere these forms can take rise because of corrosion of the condensation water, which moistens and slowly transforms the wall. When such a wall in the Logarček is moistened, we can scratch it more than 1 cm in the depth.

When the karst gale (»bora«) was blowing outside, in the narrow passage from the upper flat to the lower one, air oscillations were measured; the air was moving in intervalls of 45—55 seconds, — sometimes also irregularly — alternatively in the interior and out of it. Because we did not yet observe this phenomenon in calm weather, it seems that it is caused by the gale and not by the variations of air pressure, what has been stated in the Bričkovska Cave (Grotta Gigante) near Trieste (Polli 1953).

Observations and measurements in flowing off water caves on the N border of the Planinsko polje have showed that the height of the hydrographical zone oscillates far in the background (see table on p. 68). This proves that at high waters there is no uniform narrow passage between the Planinsko polje and the springs of the Ljubljana river but there are more of them on a large range. Therefore there is no reason for the regulation of the swallows' entrances on the border of the polje. The opinion till now prevailing, that this is a united Ljubljana river flowing under the Logarček Cave, has no more argument, but we can suppose that the underground has formed more streams flowing off the Planinsko polje, which appear in 12 springs on the surface near Vrhnika. A detailed study of fissures and cave forms in the Logarček Cave has pointed out, that for the creation of karstic forms in the underground and on the surface are important not only large fissures but also small cracks of limestone which promote the collapse of the ceiling.

Of how great importance are joints for the orientation of a cave, testifies the Logarček Cave where the channels arisen in the direction of the strata amount to 507 m, those ones in the direction of the dipping of strata 432 m; the ones in the directions of joints and the strata 179 m; the channels along the joints have 547 m. For 362 m of channels there have not been made studies, and for 204 m of them there is no evidence.

The cave forms related to small joints are: the elevated ceiling under which accumulate layers of fallen off rocks, or avens often beginning by corrosion cavities. The pit under the aven is the proof of water corrosion, which on some places combines with depositing of sinter. In this case there is no pit but a large heap of sinter with pans.

How much the collapsed dolinas depend of joints in the caves could not be verified sufficiently, but above the caves there they are not more numerous than elsewhere in the neighbourhood. The reason for it is credibly the limited extension of smaller cracks. Of course, the collapsed dolinas are above the more important faults and joints in the underground, especially everywhere above the siphon pits. In all cases the more stonier karstic surface corresponds to the fine crackly limestone in the underground.

A minor concentration of dolinas above the cracked rocks of the caves, can be explained by time which is necessary to let the water be relatively saturated with carbonates (Bögli 1956). Because in the cracked limestone water runs faster off the surface, it corrodes less and produces less clay but carries it away in the fissures quicker. Therefore there are no conditions for formation of corrosion depressions with clay on the bottom. Such depressions are to be found above all on the neighbouring, less permeable dolomite. We have met with them on drilling, also under the deposits in the middle of the bottom of the Planinsko polje. We must consider them as antiquated dolinas (in Lehmann' meaning 1930/1931, 67), of which the water outflows have been obstructed. The author thinks that with the receding of the N slope of the polje, the swallows too were migrating, which are very distinctly ranging on its N border, whilst the old waterholes in the middle of the polje were obstructed.

With the various speed of water percolating one must explain also the phenomenon that in the discussed caves the grounds can be corroded by water dropping especially through faults, whilst other dropping water regularly deposits sinter. Larger fissures promote the way of perpendicular down-pourings which are capable to hollow out deep pits.

Relating to the explored underground a more detailed classification of karstic waters, as it has been proposed by Jenko (1959, 73), is necessary. Before all one must distinguish the very dropping water which percolates through the strata planes and little cracks always in the form of drops from pourings which after rainfalls are penetrating through avens. In caves the first one regularly deposits sinter, whilst water pourings hollow pits and fissures, though they originate from the true dropping water. In the discussed caves the expeditions have found more captured water as it has been presumed before. According to these facts karstic waters should be divided at least in the following types:

1. sinking waters i. e. surface streams, which penetrate into the underground where they usually continue their flows without interruption. They have a considerable forming force. Also the studies of swallows in this paper have shown a remarkable corroding action of these waters. If the

sinking waters carry also pebbles and sands, they lively erode too (Gams 1959, 2);

2. flooding waters which percolate through soil deposits. Because at the same time they lay up bigger load they have not more considerable erosion force, but a bigger corrosion capacity (about the deepening of karstic polie see Gams 1959). These waters usually seep in separated flows, dispersed under the flooded plain.

3. dropping water, which is a) through the karstic rocks in the form of drops percolating water, or b) along the fissures pouring-in water, near the surface only after rain, but in great depths permanently. The division is necessary especially because of its different formation capabilities. The first one namely almost always deposits sinter, the more vehement vertical pourings do also corrode.

4. karstic water outflows in the depth (according to Jenko 1959, 73 i. e. waterveins flowing in the depth, which do not receive water from sinking rivers in our meaning), which have united as dropping water into brooks. They have little corrosive and erosive capacities, and mainly adapt to joints and strata planes. Therefore they often ramify into several branches.

5. stagnant water, which we can divide in relation to the height of the water level in a) stagnant water in watershowing pits and caves, b) captured water above the flow of sinking rivers or above the water outflow in the depth after the receding of waters, or c) in blind fissures captured water under the flowing-by zone or within this zone. As to the origin it is the water described under points 1—4. After a longer adaptation to the cave surroundings, this water gets more and more the properties of the dropping water.

The explorations in the Logarček Cave have contrary to expectations found more captured water, which together with the considerable oscillation of the piezometrical level render more difficult the utilization of water for the supply of the inhabitants. There is the cause of too many failures in capturing water (Jenko, 1959, 193—196).

The above given typification of waters in the karstic underground, mediately touches the question of vadose and phreatic (Anglosaxon speleological literature), resp. gravitational and efforational theories about the formation of karstic caves. In Slovenia only the caves with larger sinking rivers have more or less regulated longitudinal profiles. Through them water flows on gravitational principles chiefly, and creates channels as Malott (1937) has foreseen it, whilst waterflows in the depth create with waters gathered on karstic ground only — lesser unflat grottoes under conditions which are foreseen by the defenders of the phreatical theory, especially Davis (1930) and Bretz (1942).

Literatura

Arhiv Društva za raziskavanje jam Slovenije v Ljubljani.

Boegli H., 1956, Der Chemismus der Lösungsprozesse und der Einfluß der Gesteinsbeschaffenheit auf die Entwicklung des Karstes. Report

- of the Commission on Karst Phenomena. International Geographical Union, IXth general Assembly, XVII Intern. Geogr. Congress, Rio de Janeiro.
- Bretz J. H., 1942, Vadose and Phreatic Features of Limestone Caverns. *J. of Geology*, L.
- Budnar A., 1954, Mikropaleontološka raziskava ilovic Planinskega in Cerkniškega polja. Vodnogospodarska osnova porečja Ljubljane. Prirodne osnove. Geologija. Tipkopis. Ljubljana.
- Cvijić J., 1893, Das Karstphänomen. A. Pencks Geogr. Abhandl. Leipzig.
- Davis W. M., 1930, Origin of Limestone Caverns. *Bull. Geol. Soc. Am.* XII.
- Gams I., 1957, Logarček. Tipkopis. Arhiv Društva za raziskovanje jam Slovenije in Vodne uprave LRS.
- 1959, H geomorfologiji kraškega polja Globodola in okolice. *Acta carsologica* II, Ljubljana.
- 1959 a, O legi in nastanku najdaljših jam na Slovenskem. Naše jame I, 1, Ljubljana.
- Jenko F., 1954, Hidrogeologija porečja Ljubljane. Vodnogospodarska osnova porečja Ljubljane. Prirodne osnove. Hidrogeologija. Tipkopis. Projekt — nizke zgradbe. Ljubljana.
- 1959, Hidrogeologija in vodno gospodarstvo krasi. Ljubljana.
- Klaer W., 1957, Karstkegel, Karstinselberg und Poljeboden am Beispiel des Jezero-poljes. *Petermanns Geogr. Mitt.* 101, 2, Gotha.
- Kossmat F., 1905, Erläuterungen z. Geol. Karte SW Gr. N° 98, Haidenschaft-Adelsberg.
- 1907, Geologie des Wecheinertunnels und der südlichen Anschlußlinie. *Denkschr. d. math. naturw. Kl. d. Akad. d. Wiss.* LXXXII, Wien.
- Geološka karta Ajdovščina-Postojna.
- Kunaver P. 1953/1954, Led v Vranji in Skedneni jami. *Proteus* XVI, Ljubljana.
- Lehmann O., 1930/1931, Ueber die Karstdolinen. *Mitt. Geogr. — Ethnogr. Ges.* XXXI, Zürich.
- Louis H., 1956, Die Entstehung der Poljen und ihre Stellung in der Karstabtragung. *Erdkunde*, X, 1, Bonn.
- Malott C. A., 1957, The Invasion Theory of Cavern Development. *Proc. G. Soc. Am.*
- Martel E. A., 1894, Les abîmes. Paris.
- Melik A., 1955, Kraška polja Slovenije v pleistocenu. Ljubljana.
- Michler I., 1956, Logarček. Tipkopis. Arhiv Društva za raziskovanje jam Slovenije in Vodne uprave LRS. Ljubljana.
- Polli S., 1955, Meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste. *Premier Congrès international de Spéléologie*. Paris, Tome II.
- Putick W., 1887, 1889, Die unterirdischen Flußläufe von Innerkrain. — Das Flußgebiet der Laibach. *Mitt. Geogr. Ges. Wien.* XXX, XXXII.
- 1889 a, Die Katavotrons im Kesselthale von Planina in Krain. *Separat-Abdr. Wochenschr. d. österr. Ing. u. Archit. Ver.* Nr. 46, 47, Wien.
- Pleničar M., 1953, Prispevek h geologiji Cerkniškega polja. *Geologija*, razprave in poročila I, Ljubljana.
- Renault P., 1953, Dépôts vermiculés d'argile de décalcification. *Primer Congrès international de Spéléologie*, Paris, II.
- Savnik R., 1960, Hidrografska zaledje Planinskega polja. *Geogr. vestnik* XXXII, Ljubljana.
- Urbas A., 1849, Die Grotten und Abgründe bei Planina. *Illyr. Blatt.* št. 32, 34, 37, Laibach.
- Warwick G. T., 1953, The origin of limestone Caves. *British Caving*. London.

DRAGA PRI PONIKVAH

(S 3 slikami v besedilu)

ROMAN SAVNIK-SREČKO GROM-FRANCE HRIBAR

I. Geografski okvir

(R. Savnik)

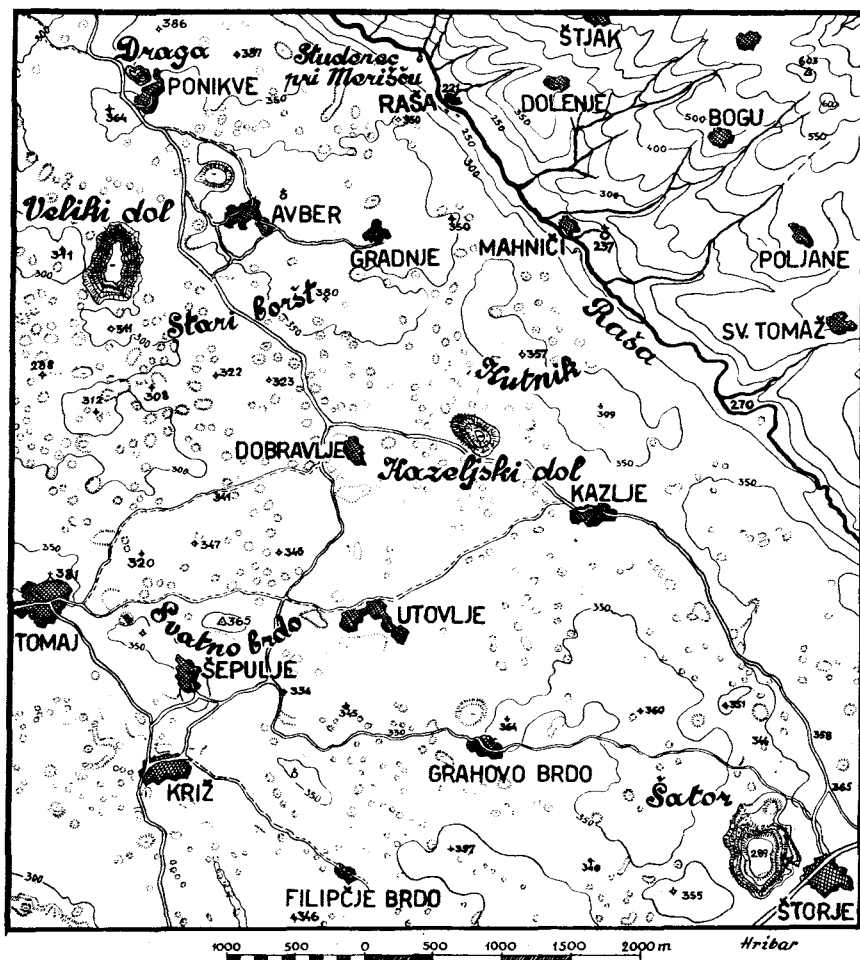
Na razsežnem prostoru Tržaško-komenskega krasa je med Opatjim selom in Divačo ter med Tržaškim zalivom in Vipavskimi Brdi toliko brezen in jam, kot jih je v Sloveniji samo še v Matarskem podolju. Razen še močno zakrasele doline Raše, kamor se stekajo s flišnih Vipavskih hribov stalne ali periodične vode, ki ponekod vro na dan šele ob njihovem vznožju na dnu doline, povsod pogrešamo površinske vodotoke. Pa tudi sama Raša se ima za obstoj zahvaliti le sosesčini flišnega hribovja, ki jo loči od zgornje Vipavske doline, vendar v suši na velike razdalje docela usahne, ker se poizgubi v debelih prodnih naplavinah.

Domala brezvodno je tudi doslej raziskano dostopno podzemlje, dasi sega marsikje tudi nad 100 m globoko. V njem trčimo na tekočo vodo le v treh jamah: v Labodnici pri Trebčah, kjer se pretaka podzemeljska Notranjska Reka le malo metrov nad morsko gladino; v estaveli Dolenjci, ki se odpira v nizkem plodnem polju pri Brestovici (Jenko 1959, 211); tretji primer pa je podzemlje v Dragi pri Ponikvah, komaj dober kilometer od doline Raše in blizu 300 m nad morsko gladino.

Domala premočrtna dinarska usmerjenost osrednjega dela doline Raše je nedvomno tektonsko zasnovana (sl. 1). V njo doteka obilo voda z desne flišne strani, z leve kraške strani pa prihaja voda na dan le v studencu na Merišču ob strugi Raše v nadmorski višini 215 m. Prebivalci Nove vasi in Raše hodijo sem po vodo, ki pa v hudi suši presahne.

Na sosednji kraški planoti, ki se strmo dviga 150 do 200 m nad dolinskim dnom Raše, krepko izstopa v pokrajini več globokih in obsežnih dolov. Ti so bolj ali manj tektonsko zasnovani. To so Šator na severozahodni strani Štorij, Kazeljski dol tik pod cesto, ki drži iz Kazelj v Dobravlje, Veliki dol zahodno od Avberja in Draga kraj vasi Ponikve. Vsak teh dolov je svojevrstna mikroregija na sicer precej enolični kraški planoti.

Šator je 60 m globok dol, ki se kraški svet vanj spušča precej strmo, a nikjer prepadno. Najbolj strmo je pobočje na severni in zahodni strani, kjer izstopa skalovje, medtem ko je drugod zaraslo z redkim kraškim gozdom in prepreženo s kamnitnimi ogradami. Dno dola, ki je v nadmorski višini ok. 290 m, je večidel ravno in



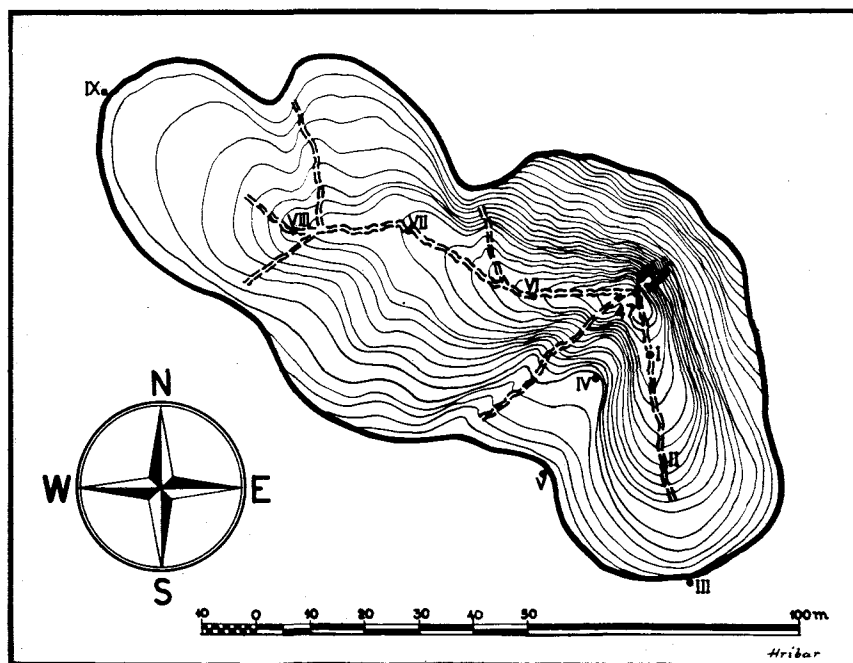
Sl. 1. — Fig. 1.

pokrito z rodovitno prstjo. Tu obstaja urejen kal ter so travniki in njive, ki pripadajo več lastnikom.

Kazeljski dol je globok 55 m. Pobočje in večino dna zarašča listnato in iglasto drevje, med katerim se odpirajo jase s senožetmi. Dno, ki je v nadmorski višini ok. 270 m, je malokje ravno, sicer pa je poglobljeno na južni strani. Tu moli iz gozdne prsti sivo skalovje. Ker pripada dol posestnikom iz Kazelj, ga okoličani navadno imenujejo Kazeljski dol, medtem ko ga nazivajo domačini Veliki dol.

Pravi Veliki dol je na avberskem svetu. Razpotegnjen je od severa proti jugu in se spušča 75 m globoko v plosko dno, ki se

v isti smeri rahlo znižuje četrt kilometra daleč. V tej smeri poteka ob njegovem zahodnem kraju struga periodičnega potoka, ki se v deževju pretaka in dobiva vodo s severnega pobočja. V strugi sta dva požiralnika. Prvi, manjši, je pod mostičem, po katerem je speljan kolovoz, drugi, sklepni požiralnik pa je 3 m globok usad, izdelan z zaneseno prstjo. Tu je najnižje mesto dola v nadmorski višini 230 m. Skalnat, s trnjem zarasel pas vzdolž struge se ostro



Sl. 2. — Fig. 2.

loči od ostalega ploskega dna, ki ga je človek kultiviral. Tu so travniki, med katerimi so ozke proge listnatega in iglastega drevja. Pobočje Velikega dola je vse v gozdu. Skalovje se malokje vidi, bolj pa izstopa ponekod debelo naložena jerovica.

Od navedenih kraških dolov se bistveno loči Draga pri Ponikvah (slika 2). To je pravzaprav le 21 m globoka, a izredno strma kotanja, ki se na severozahodni strani ruši domala navpično. Nastala je ob prelomnici, ki poteka od JV proti SZ. V njeno pobočje je voda, ki se tod v deževju odceja v konico na dno, od koder se odteka v obsežno podzemlje, zarezala plitve struge. Kam je usmerjen nadaljnji tok vode, ni znano. Vsekakor je najbližji izvir na površju že omenjeni studenec na Merišču, ki je od tod oddaljen v zračni črti 2 km in prihaja na dan 2 m niže, kot je dno podzemlja

v Dragi. Obstoj nakazane hidrografske povezave se zdi kar verjeten, ker se obrne sklepni, le v hudi suši dostopni del jame proti severu, torej prav v smer, kjer je dolina Raše.

Drage pri Ponikvah, ki je mikroklimatsko in floristično izredno zanimiva, ni doslej še nihče obdelal; jamo, ki se odpira na njenem dnu, pa so prvič raziskali leta 1898 tržaški jamarji. Kot Caverna di Ponikve so jo opisali isto leto v tržaški speleološki reviji *Tourista* V in v pariški *Spelunci* IV, 68. V obeh publikacijah priobčeni tločrt in profil jame so prevzeli vsi kasnejši avtorji, ki navajajo jamo pod italijansko kat. št. 190 kot *Grotta di Paniqua di Sesana* (Bertarelli-Boegan 1926, 332; Gariboldi 1926, XCII; Boegan 1938, 35). Leta 1959 je ekipa našega inštituta jamo ponovno izmerila.

II. Rastlinstvo v Dragi pri Ponikvah

(Sr. Grom)

Kras, preko katerega so se po ledeni dobi nekatere rastlinske vrste vračale v svoja prvotna bolj severna rastišča, medtem ko so druge vrste prodirale v nova področja, je prav zaradi tega dogajanja floristično izredno zanimiv. Tu so se križala pota raznih rastlinskih skupin na svojem pohodu, marsikatero vrsto pa so se na tem področju ustavile in stalno naselile. Pri tem so se v novih ekoloških pogojih morfološko preoblikovale, ali pa so se z domačo ilirsko floro križale in tako ustvarile tipično kraško floro.

Na kraških goljavah z redkim grmičevjem kljubujejo kserofitne vrste sončni pripeki in suši, medtem ko so se druge vrste zatele na senčnata vlažna mesta z rodovitnejšo podlago. Takšna mesta so predvsem doli, te najbolj svojske depresije na Krasu, ki se med seboj razlikujejo po obliki, velikosti in globini pa večkrat tudi po nastanku. Zato se njihovo rastlinstvo bistveno razlikuje od rastlinstva na planem površju.

Navzočnost vode ali neposredna bližina podzemlja spremeni oziroma okrepi enega ali več ekoloških činiteljev. Tako nastanejo specifični pogoji, ki se jim prilagode le določene rastlinske vrste.

Eden takih izredno zanimivih dolov je Draga pri Ponikvah, dasi po obsegu in globini komaj zasluži to oznako, posebno če jo primerjamo z drugimi impozantnimi dragami oziroma doli na našem Krasu. Toda prav globoka in razsežna vodna jama, ki se odpira na njenem dnu, daje naši Dragi poseben poudarek, tako da je njena vegetacija mnogo bogatejša kot v mnogo večjih in globljih dolih njene širše okolice.

V Dragi vzbuja pozornost predvsem po obsegu majhen, a gost drevesni sloj, v katerem prevladuje domači kostanj — *Castanea sativa* Mill., submediteranski element, ki ne prenese apnenčeve podlage in uspeva najbolj na rodovitnem, globokem in zmerno vlažnem, kislem

ali zakisanem substratu. Ker tvori v Dragi talno podlago razapnjena kraška jerovica, se tu kaj dobro počuti.

Od drugih drevesnih vrst so v posameznih primerkih navzočne še: bukev — *Fagus silvatica* L., ki ji najbolj ustreza atlantsko-primorsko podnebje; jelka — *Abies alba* Mill. z najboljšo rastjo na globoki, vlažni ilovnati podlagi; maklen — *Acer monspessulanum* L., mediteranski termofilni element, ki je pri nas vezan na najtoplejše lege in apnenčasto podlago; končno robinije — *Robinia pseudacacia* L., ki ji srednje vlažen substrat najbolj prija.

Pritalni rastlinski sloj tvori vrsta rastlin, ki pripadajo raznim florno-geografskim skupinam. Vлага in hlad, ki vejeta iz podzemlja, ustvarjata specifično mikroklimo, v kateri uspevajo predvsem vlagoljubne in sencoljubne rastlinske vrste ter zaradi rahlo kiselkastega substrata (pH 6—6,5) največ zmerno acidofilne in nevtrofilne vrste, med njimi zlasti mezofilne in skiofilne.

V zgodnji pomladi, ko je grmičje in drevje brez listja in silijo sončni žarki do dna dola, je ta skoraj ves posut z belimi vetrnicami, med katerimi se zlasti na vlažnejšem in hladnejšem dnu pomešajo rožnati petelinčki in v rušah rumene zlatice-lopaticice s svojimi temno zelenimi, mesnatimi listi. Tako nudi Draga tudi ob tem zgodnjem letnem času bolj pestrobavno podobo kot mnogo večji doli v njeni okolici. Čim bolj se razvija listje, ki ne propušča sončnih žarkov, tem bolj izginjajo barve. Tedaj se pojavljajo bolj posamič druge izrazito sencoljubne in vlagoljubne rastlinske vrste.

Rastlinski sloj tvorijo naslednje vrste:

I. Cvetnice

CARYOPHILACEAE

Trižilna popkoresa — *Moehringia trinervia* (L.) Clairv., raste pogosto raztreseno v svetlih logih, med grmovjem in ob gozdnih robovih.

RANUNCULACEAE

Lopatica — *Ranunculus ficaria* L., splošno razširjena na vlažnem substratu.

Gozdna zlatica — *R. nemorosus* DC., razširjena na gorskih travnikih in v gozdovih.

Podlesna vetrnica — *Anemone nemorosa* L., splošno razširjena v gozdovih, posebno v gorskem in subalpskem področju.

PAPAVERACEAE

Votli petelinček — *Corydalis cava* (L.) Schw. et K., splošno razširjen v senčnatih gajih, ob potokih in gozdnih robovih pod grmovjem.

EUPHORBIACEAE

Robati mleček — *Euphorbia angulata* Jacq., ilirski element, v vlažnih gozdovih in soteskah.

CRUCIFERAE

Brstična penuša — *Dentaria bulbifera* (L.) Crantz, razširjena v senčnatih gorskih, pretežno bukovih gozdovih in soteskah; v južnem delu Slovenije redkeje.

ROSACEAE

Kresničevje — *Aruncus silvester* Kostel., subalpsko-montanski element, razširjen na vlažnih, senčnatih mestih v gozdovih in soteskah.

Rdeči jagodnjak — *Fragaria vesca* L., razširjen na posekah, kamnitih gričih od nižine do subalpskega območja.

UMBELLIFERAE

Tevje — *Hacquetia epipactis* (Scop.) DC., ilirski element, splošno razširjen v listnatih gozdovih ilirskih dežel.

BORAGINACEAE

Gomljasti gabez — *Symphytum tuberosum* L., razširjen po gozdovih in logih ter ob potokih.

LABIATAE

Velecvetna mrtva kopriva — *Lamium orpala* L., ilirski element, pogosten v vlažnih dolinah in tesneh, se pojavlja masovno tudi tu.

GENTIANAEAE

Svečnik — *Gentiana asclepiadea* L., raste ob gozdnih robovih, potokih in skalnatih mestih od nižine do gozdne meje.

VALERIANACEAE

Ozkolistna špajka — *Valeriana officinalis* L. var. *tenuifolia* Vahl., raste pogosto in raztreseno na vlažni in močvirnati podlagi.

COMPOSITAE

Svinjska lakota — *Aposeris foetida* (L.) Lees., ilirska gozdna rastlina, tu in tam po vlažnih gorskih gozdovih; središče razširjenosti v ilirskih zemljah.

LILIACEAE

Mnogocvetni Salomonov pečat — *Polygonatum multiflorum* (L.) Al., rastlina senčnatih gozdov.

Zlati klobuk — *Lilium martagon* L., ena najlepših rastlin tega rodu; raste na svežih tleh svetlih gozdov montanskega, subalpskega in alpskega območja.

JUNCACEAE

Belkasta bekica — *Luzula albida* (Hoffm.) DC., splošno razširjena v gozdovih in po posekah od nižine do subalpskega območja, vedno na zmerno kislih tleh.

CYPERACEAE

Gozdni šaš — *Carex silvatica* Huds., pogostna na vlažnih humoznih tleh v gozdovih in gajih.

II. Praprotnice

POLYPODIACEAE

Sladka koreninica — *Polypodium vulgare* L., splošno razširjena v senčnatih gozdovih, na skalah in trhljih panjih.

Krhka priščanica — *Cystopteris filix-fragilis* (L.) Borb., splošno razširjena na senčnatih, nekoliko vlažnih mestih, po zidovih, skalah in po drevesih. Do substrata indiferenten kozmopolit.

Praproč črnica — *Asplenium trichomanes* L. em. Huds., v zidnih in skalnatih razpokah. Ker je stalno navzočna v jamah, tudi v večji globini, jo nazivamo tudi jamsko praproč.

Jelenov jezik — *Phyllitis scolopendrium* (L.) Newm., razširjen je na senčnatem, vlažnem substratu v soteskah, globelih in jamah, vedno na bazični podlagi.

Prava glistovnica — *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott., razširjena v gozdovih od nižine do alpskega območja.

III. Mahovi

Klimatske in talne razmere, kakršne vladajo v Dragi, nudijo optimalne pogoje za bujen razvoj mahovja. V boju za obstanek ga na tem utesnjenem prostoru močnejša fanerogamska flora povsod izpodriva; kjer le-ta ne more več uspevati, pa je mah absoluten gospodar. Velika ploskev, ki jo zavzemajo skalnata tla pred vhodom v jamo, je podobna razgrnjeni zeleni preprogi, tkani le iz ene masovno se razvijajoče vrste, t. j. lisičjega repa (*Thamnium alopecurum*). Šele na skalah tik pred vhodom in nad njim ter v jami sami se pojavljajo v večjih in manjših rušah, blazinicah, med seboj prepletene ali posamič razne druge mahovne vrste, posebno higrofilne, med katere spadajo predvsem

A. Jetrenjaki (*Hepaticae*)

ki uspevajo le na vlažnih, močvirnatih tleh. Razvrščene po družinah, navajam jetrenjake, ki sem jih našel v naši Dragi:

MARCHANTIAE

Conocephalum conicum (L.) Dum., na vlažnih tleh in stenah, posebno v jamah splošno razširjena vrsta.

EPIGONANTHEAE

Nardia scalaris (Schrader) Gray., na vlažnem, kiselkastem substratu, predvsem v višjih legah in v Alpah.

Plagiochila asplenoides (L.) Dum., na raznih vlažnih podlagah splošno razširjen mah.

Lophocolea bidentata (L.) Dum., atlantska vrsta, razširjena enako kakor pravkar navedena.

B. Listnati mahovi (*Musci*).

FISSIDENTACEAE

Fissidens pusillus (Wils.) Milde. Vse vrste te družine so vezane na vlažno podlago; prištevamo jih k atlantskim elementom. Navedena vrsta še ni bila znana na kraškem področju; našel sem jo tudi v Škocjanskih jamah.

DICRANACEAE

Orthodicranum montanum (Hedw.) Loeske je severna rastlina in pri nas doslej znana le v višjih legah od 900 do 2400 m. Raste na drevesnem lubju in panjih.

POTTIACEAE

Gymnostomum rupestre Schleich., velja kot vodilni mah severnega apneniškega pogorja in je na Krasu značilen jamski mah.

Tortella tortuosa (L.) Limpr., masovno razširjena vrsta, zanesljiv indikator apnenčastega substrata.

MNIACEAE

Mnium orthorrhynchium Brid., alpski gozdni mah na apnenčevih skalah; našel sem ga tudi v Škocjanskih jamah in na Vremščici.

Mnium punctatum (L. Schreb.) Hedw., borealna vrsta na senčnatovlažnih tleh, pri nas precej razširjen.

Mnium longirostre Brid., kozmopolitska vrsta na raznih vlažnih podlagah.

Mnium undulatum (L.) Weis., izrazito higrofilna, splošno razširjena vrsta.

Mnium affine Bland., borealna vrsta na senčnatih vlažnih tleh; našel sem jo tudi v Škocjanskih jamah.

THAMNIACEAE

Thamnium alopecurum (L.) Br. eur. razen na arktičnem območju povsod razširjen mah z veliko nagnjenostjo do masovne vegetacije, ki si izbira najrajši senčna vlažna tla, posebno v soteskah ob vodi.

Thamnium alopecurum (L.) Br. eur. *var. protensum* Turn., varieteta prej navedene vrste, ki doseže do $\frac{1}{2}$ m dolžine in raste le na mokri podlagi in ob slapovih. Doslej je bila v naši državi znana le iz Bosne; našel sem jo tudi ob vhodih in v notranjosti drugih kraških jam.

LEMBOPHYLLACEAE

Plasteurhynchium striatulum (Spruce) Fleisch., atlantsko mediteranski, na vlažnih apnenčevih skalah splošno razširjen mah.

THUIDIACEAE

Anomodon apiculatus Br. eur., evropsko-atlantski element, ki je pri nas naveden samo na štajerskem in koroškem področju, je pa v Slovenskem Primorju na vlažni podlagi precej razširjen.

Anomodon viticulosus (L.) Hook. et Tayl., največja vrsta tega rodu, splošno razširjena na vlažni podlagi.

BRACHYTHECIACEAE

Brachythecium rutabulum (Hedw.) Br. eur., kozmopolitski, splošno razširjen mah.

Brachythecium rutabulum (Hedw.) Br. eur. *var. klinggraeffii* Limpr. Za to varieteto je Draga edino nahajališče v Sloveniji, ker se je doslej našla le na enem mestu na Hrvaškem.

Brachythecium geheebi Milde, mah gorskih gozdov na kamenju in lubju dreves. Tudi ta vrsta, ki sem jo našel leta 1955, je nova za Slovenijo. Pozneje jo je našel M. Wraber tudi v Trnovskem gozdu.

Cirriphyllum crassinervium (Tayl.) Loeske et Fl., evriatlantski element, razširjen na senčnato-vlažnih skalah, pretežno v subalpskem pasu.

Rhynchostegium confertum (Dicks.) Br. eur., evriatlantska, na vlažnih kamnih v senci splošno razširjena vrsta.

Rastlinski inventar Drage pri Ponikvah je torej glede na njen skromen obseg dokaj pester, saj so med cvetnicami, praprotnicami in mahovi predstavniki več geografsko-flornih elementov: borealnih, baltskih, atlantskih, ilirskih, mediteranskih in drugih, od travniških do alpskih vrst. Glede tega je Draga v tem delu Tržaško-komenskega krasa najpomembnejši kraški dol.

III. Podzemlje v Dragi pri Ponikvah

(F. Hribar)

Jama, ki jo vodimo pod kat. št. 972 kot Drago pri Ponikvah (slika 3), se odpira na dnu 21 m globokega dola, ki ima značaj ponikalne vrtače. Vhod v podzemlje je 2 m široka in 7 m visoka odprtina. Z navaljenimi skalami pokrito dno se sprva spušča proti SV, nato pa se rov obrne proti V. Tu sta dve stranski vdolbini; nad večjo je 7 m visok kamin. Strop je skoraj vodoraven. Tako doseže po 25 m, kjer se dno prevesi preko štirimetrske stopnje, višino 10, nižje doli (t. 38) celo 35 m.

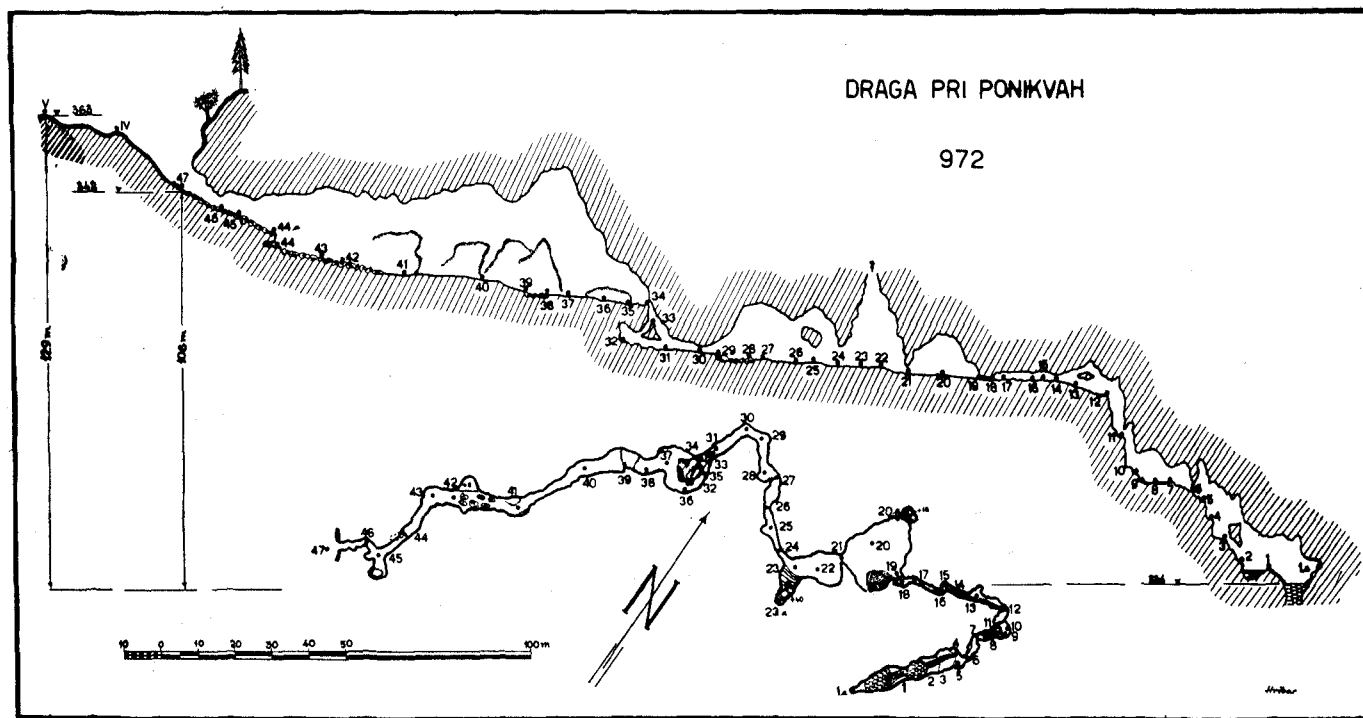
V nadaljevanju je rov ozek in le mestoma širok do 5 m. To je izrazito gravitacijsko korito z visokimi skalnimi sufitami ob stenah. Številne kotlice, še bolj pa horizontalno potekajoče police in zlepljeni prodni material na njih kažejo na intenzivno delovanje tekoče vode in hitro poglobljanje rova. Po dobrih 100 m (t. 37) se odpre dvorana, v kateri leži ogromen skalni blok. Za njo se strop znižuje, obenem se spušča tudi dno preko podora 11 m globoko. Pod to stopnjo se rov zasuča proti JV in poniža do 1 m, nakar se po 35 m vrne v prvotno smer. Na tem kolenu je stranski podor in nad njim nad 40 m visok kamin. Ob podoru je 10 m dolga dvorana s tako visokim stropom, da ga luč običajne acetilenke ne doseže.

Tesen prehod vodi v naslednjo 20 m dolgo dvorano, kjer je v severni steni vdolbina z 18 m visokim kaminom, ob jugovzhodni steni pa mogočen sigov masiv. Tod mimo se pride v ozko, mestoma komaj 60 cm široko gravitacijsko korito, polno vodnih kotanj. Njegove stene so gladko izlizane, na njih pa izstopajo horizontalni erozijski robovi. V razpokah med plastmi so vložki rožencev in veliki kristali čistega apnenca.

Po 35 m se rov prevali v 11 m globoko brezno, kamor priteka voda iz več razpok, nakar se na dnu izgublja med nanesenim kamenjem. Ozka odprtina vodi v naslednje 10 m globoko brezno, kjer so vodni curki še številnejši. Ti odtekajo v vodno kotanjo, ki je pod dvometrsko stopnjo. Ob južni steni brezna je mogočen skalni blok, ki seže še v naslednji rov, tako da je možno preiti vodno kotanjo le skozi ozko poševno razpoko.

Na tem mestu se rov obrne proti JZ in dobi povsem drugačno podobo. Po nekaj metrih ga stisneta dve stranski zavesi iz kopuč velikih apnenčevih kristalov, nato pa pada rov v kaskadah 25 m globoko v prvi vodni bazen. Iz tega se pretaka voda čez 4 m globok vodni prag v sklepni bazen neznane globine. Ta zadnji del jame je do 6 m širok. Stene so zelo zglažene, strop pa je poln skalnih robov, ostrih kot nož.

Jama je enostaven požiralnik v razpoki in je usmerjena v glavnem skoraj pravokotno na potek prelomnice, ki je ob njej nastala Draga (JV—SZ). Razmeroma ozki rov se razširi le tam, kjer se



Sl. 3. — Fig. 3.

sklada s smerjo te prelomnice. Mestoma velike višine stropa so posledica naglega nižanja erozijske baze zaradi učinkovitega gravitacijskega delovanja vode. To se posebno dobro vidi v zadnjem delu jame. Kristalne kopuče pred sklepnim breznom in v rovu nad njim so nastale v dobah, ko odtočni sifon ni deloval in je voda v jami stagnirala vsaj do te višine. Sigovih tvorb je v jami zelo malo.

Po naših merjenjih je jama globoka le 108 m in dolga 377 m.* Če primerjamo naš načrt s starim načrtom tržaških jamarjev, vidimo, da so njihove globine in razdalje mestoma pretirane, pa tudi to, da manjka sektor med našimi poligonskimi točkami 12–18.

Že tržaški jamarji so ugotovili, da temperatura v jami čudno koleba med 8° in 13,5° (Spelunca 1898, 68). Dne 29. marca 1960 smo sami namerili ob 9^h pred jamskim vhodom 11,6° C, prav toliko tudi v drugi dvorani (t. 20), na dnu jame (t. 2) pa je znašala temperatura zraka 13,2° C, temperatura vode 11,4° C. Višjo temperaturo more v najnižjem delu jame povzročiti le dotekanje zunanjega zraka skozi kak kamin ali razpoko, ki seže do površja (vidi npr. kamin nad t. 22).

V jami je bil že v preteklosti v glavnem ugotovljen bogat biološki material (Wolf 1936, 229; Müller 1919, 36; 1947, 139; Jeanel 1954, 12; Verhoeff 1929, 504 in 1930, 43):

Mollusca: *Zospeum spelaeum schmidti* Frauenfeld (det. Kuščer — teste Strasser)

Isopoda: *Titanethes dahlü* Verhoeff (det. Strouhal)

Haplophthalmus mengei Zaddach

Haplophthalmus fumanus Verhoeff

Amphipoda: *Niphargus* spec.

Araneida: *Stalita taenaria* Schiödte

Pseudoscorpionidea: *Neobisium spelaeum* Schiödte

Neobisium reimoseri Beier

Diplopoda: *Strasseria mirabilis* Verhoeff (loc. class.)

Brachydesmus dolinensis subsp. *sesanensis* Verhoeff (loc. class.)

Brachydesmus dolinensis Attems

Craspedosoma rarolinsii Verhoeff

Orthoptera: *Troglophilus neglectus* Krauss

Coleoptera: *Trechus croaticus* Dejean

Orotrechus müllerianus subsp. *primigenius* G. Müller (loc. class.)

Laemostenus cavicola Schaum

Bythinus argus f. *scapularis* Reitter

Machaerites rapasini G. Müller (loc. class.)

Atheta spelaea Erichson

Chiroptera: *Rhinolophus ferrum-equinum* Schreber

* Dne 20. avgusta 1962 je uspelo sežanskim jamarjem, da so zaradi izredno dolgotrajne suše lahko prodrli v jamo še 50 m naprej 18 m globoko. Tu so trčili na potok, ki je usmerjen od juga proti severu in se steka v okoli 4 m globok bazen.

Zusammenfassung

DIE DRAGA BEI PONIKVE

Am Triester und Komener Karst besteht ein einziger größerer Wasserlauf, die Raša, die ihr Wasser aus dem benachbarten, aus Flysch aufgebauten Hügelgelände erhält. Auch die hier zugängliche und bisher erforschte Unterwelt, die manchenorts Tiefen von über 100 m aufweist, ist nahezu ohne fließende Gewässer. Ausnahmen bilden bloß die Höhle Labodnica bei Trebče (Grotta di Trebiciano, Lindnerhöhle), die in der Höhe von nur wenigen Metern über dem Meeresspiegel von der unterirdischen Reka durchflossen wird, die Estavelle Dolenjca im Talgrund bei Brestovica (Jenko 1959, 211) und die dem Rašatal benachbarte Großdoline Draga bei Ponikve. In die einförmige Karsthochfläche, die sich 150 bis 200 m über dem längs Brüchen entstandenen Rašatal erhebt, sind mehrere tiefe und ausgedehnte Talkessel eingebettet, die ebenfalls mehr oder weniger tektonisch bedingt sind (vgl. Abb. 1). Es sind dies der 60 m tiefe Šator, in dem sich Wiesen und sogar Äcker breit machen, der 55 m tiefe Kazeljski dol, in dem zwischen Waldbäumen Heuwiesen liegen, und der 75 m tiefe Veliki dol, den ebenfalls Wald- und Wiesengrund bedeckt. Die Sohle dieser Talkessel fällt allmählich von N nach S ab. Durch den Veliki dol fließt in derselben Richtung ein periodisches Bächlein, das schließlich in einer unzugänglichen Schwinde versinkt.

Die Draga bei Ponikve unterscheidet sich von diesen Talkesseln wesentlich. Wir haben es hier mit einer nur 21 m tiefen und außerordentlich steilen Doline zu tun (Abb. 2), in deren Grund sich der Zugang zu einer geräumigen Höhle öffnet. Durch diese fließt das Regenwasser ab — bei starken Regenfällen sogar in Form eines kurzen Bächleins — doch wissen wir nicht, wohin es sich vom Endsiphon am Grunde der Höhle wendet. Dieses Wasser tritt vielleicht in der 2 km entfernten Quelle bei Merišče, dem einzigen Zufluß, den die Raša von der linken Seite erhält, zutage. Nach mehrere Monate andauernder Dürre gelang nämlich im August 1962 ein Vorstoß über den im Höhlenplan eingezeichneten Endsiphon in einen 50 m langen und bis 18 m tiefen Gang, der gegen Norden, d. h. gegen das Rašatal gerichtet ist.

Die Draga ist floristisch bisher noch nicht untersucht worden. Da sich Schwankungen des äußeren Klimas in ihrem Kessel wegen dessen großer Steilheit nur wenig auswirken können und sie sich überdies am Grunde in einer ausgedehnten Höhle fortsetzt, weist sie eine viel eigenartigere Flora auf als die unvergleichlich tieferen Talkessel desselben Karstgebietes. Unter den Bäumen überwiegt die Edelkastanie, unter den Phanerogamen treten acidophile und schattenliebende Pflanzen hervor, unter die sich verschiedene Farne mischen. Besonders reich sind Moose vertreten, von denen hier zwei ihren erstbekannten Standart in Slowenien innehaben. Die einzelnen Vertreter der Pflanzenwelt sind in der Abhandlung namentlich aufgeführt.

Die Höhle, die der slowenische Höhlenkataster unter Nr. 972 mit dem Namen Draga bei Ponikve führt, ist erstmals 1898 durch Höhlenforscher aus Triest erforscht worden (Tourista V, 47, Trieste 1898; Spelunca IV, 68, Paris). Den damals veröffentlichten Grund- und Aufriß haben alle späteren Quellen nachgedruckt (Bertarelli — Boegan 1926, 332; Gariboldi 1926, XVII; Boegan 1938, 35). Es wird hier überall auch angegeben, daß die Höhle 170 m tief und 400 m lang ist.

Im Jahre 1960 hat eine Forschungsgruppe des Karstinstituts der Slowenischen Akademie der Wissenschaften in Postojna die Höhle aufs neue vermessen und erforscht. Sie ist eine Kluftschwinde und ist in der Hauptsache rechtwinklig zu der von SE nach NW verlaufenden Bruchlinie gerichtet, längs der die Doline entstanden ist (Abb. 3). Der verhältnismäßig enge Höhlengang erweitert sich daher nur dort, wo sein Verlauf mit jenem der Bruchlinie zusammenfällt. Die stellenweise großen Höhen der Höhlendecke sind eine Folge der intensiven Erosion. Vor dem die Höhle abschließenden Schacht und in dem darüber gelegenen Gang haben sich Kristalldrüsen gebildet. Sie sind wohl zu einer Zeit entstanden, in der der Abflusssiphon des Bächleins, das zuerst bei Punkt 15 auftritt, eine Zeitlang verbaut war. Damals war die Höhle mindestens 55 m hoch überflutet. Sinterbildungen sind in nur geringem Ausmaß vorhanden.

Wir konnten feststellen, daß die Höhle bloß 108 m tief und 377 m lang ist. Im Höhlenplan aus dem Jahre 1898 sind die Tiefen und Entfernungen stellenweise übertrieben eingetragen, auch fehlt der Höhlenabschnitt zwischen den Punkten 12 und 18 zur Gänze.

Schon die ersten Forscher hatten festgestellt, daß die Lufttemperatur der Höhle sonderbarer Weise zwischen 8 und 13,5° C schwankt (Spelunca 1898, 68). Am 29. III. 1960 betrug die Temperatur vor dem Höhleneingang und auch im zweiten Saal (Punkt 20) 11,6° C, während am Grund der Höhle (Punkt 2) eine Lufttemperatur von 13,2° und eine Wassertemperatur von 11,4° C gemessen wurden. Die höhere Temperatur im tiefsten Teil der Höhle wird unserer Meinung nach durch Zufluß von Außenluft durch irgendeinen Kamin verursacht, der bis an die Erdoberfläche reicht (vgl. den Kamin ober Punkt 22).

Das reiche biologische Material der Höhle ist in der Hauptsache schon durch frühere Forscher gewürdigt worden (Wolf 1946, 229; Müller 1919, 36; 1947, 139; Jeannel 1954, 12). Ein ausführliches Verzeichnis der vorgefundenen Tiere befindet sich am Schluß der Abhandlung.

Literatura

- Bertarelli L. V. — Boegan E., 1926, Duemila Grotte, Milano.
 Boegan E., 1938, Il Timavo, Mem. II ser. geol. geof. Istit. Ital. Speleol., Trieste.
 Gariboldi I., 1926, Catasto delle cavità naturali sotterranee della Venezia Giulia, Firenze.
 Jenko F., 1959, Poročila o novejših raziskavah podzemeljskih voda na Slovenskem krasu, Acta carsologica II, Ljubljana.

- Jeannel R., 1954, Les Psélaphides troglobies de la Slovénie, Notes Biopéologiques, Paris.
- Müller G., 1919, Contributo alla conoscenza della fauna cavernicola italiana, Boll. Soc. Adriat. Sc. Nat. XXVII, Trieste.
- 1947, I Pselafidi cavernicoli del Carso Adriatico Settentrionale, l. c. XLIII.
- Verhoeff K. W., 1929, Ueber neue, ostalpine Chilognathen, Zool. Jahrb. 58 (Syst.).
- 1930, Arthropoden aus südostalpinen Höhlen, gesammelt von Karl Strasser, Mitteil. f. Karst- u. Höhlenforsch., Berlin.
- Wolf B., 1936, Animalium Cavernarum Catalogus, Vol. II, 's-Gravenhage.

SKAKAVAC

Hidrogeološka študija

(S 5 prilogami in 5 slikami v besedilu)

RADO GOSPODARIČ-PETER HABIČ

Uvod

Leta 1956 je uprava »Rudnika mrkog ugljena« v Miljevini v Bosni izkoristila ugodne vodne razmere izvira Skakavca in enakoimenske jame, da od tod oskrbi kraj z vodo. Prve zadevne speleološke podatke in ugodno oceno hidrografske razmere je dala speleološka ekipa Inštituta za istraživanje krša »Jovan Cvijić« iz Beograda.

Malo let zatem so se začele pojavljati motnje pri dovajanju vode, posebno ob suši. Pritok v naravno akumulacijsko jezero v jami je bil ob nizki vodi znatno manjši kot je kapaciteta odvodnih cevi. Zato so z raznimi tehničnimi posegi (npr. z uporabo ventilov) zmanjšali pretok vode. Pritisk pa zdaj ni več zadoščal, da bi dobivali vsi potrošniki dovolj vode. Razen tega se je v na pol prazne cevi vtihotapil zrak, tako da natega, po kateri deluje ta vodovod, ni dobavljala kraju potrebne vode.

Preden bi prišlo zaradi teh motenj do hujših posledic, je povabil rudnik Inštitut za raziskovanje krasa SAZU v Postojni, da pri nizki vodi jamo ponovno razišče in da ugotovi, ali je še kako mogoče trajno povečati vodne količine v zbiralnem bazenu v jami. Od 20. do 27. avgusta 1961 je speleološka ekipa Inštituta jamo raziskala. Ekipo so sestavljali Rado Gospodarič, Peter Habič (zunanjí sodelavec), France Leben in Silvo Modrijan.

Edino poročilo o Skakavcu je dotlej podal speleolog J. Petrović iz Beograda. Naši izsledki se bistveno razlikujejo od njegovih, ker smo zaradi nizke vode lažje in bolje proučili hidrografske razmere jame. Podajamo jih v pričujoči razpravi, ki naj pokaže, kako more le temeljito in vsestransko proučevanje kraškega podzemlja dati teoretične in za gospodarstvo koristne izsledke.

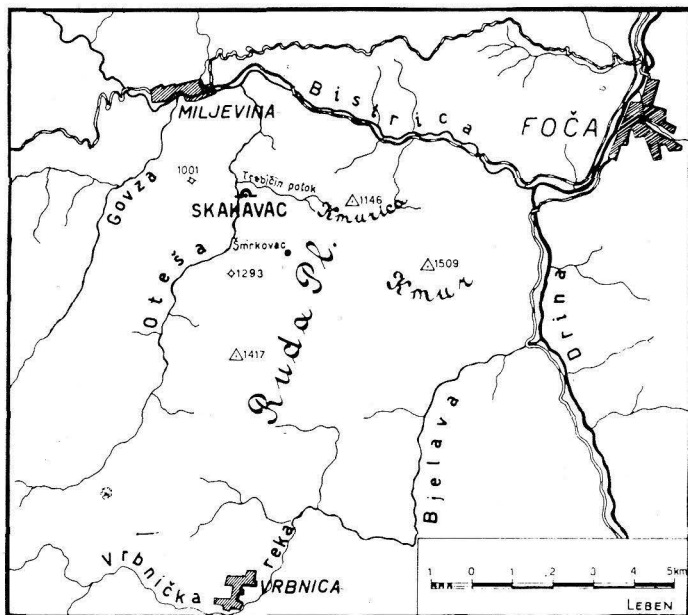
Čutimo prijetno dolžnost, da se zahvalimo upravi rudnika v Miljevini za vso podporo, ki nam jo je nudila med delom.

Lega izvira in jame

Bosenske visoke gore Jahorina, Treskavica, Lelija in Zelengora obdajajo v velikem polkrogu nižje planotasto površje na levem bregu Drine. Vzhodni in severovzhodni podaljšek Treskavice in Lelije je izrazita kraška planota Boriije. Ta je proti vzhodu razčlenjena v manjše enote, med katerimi so globoke in ozke doline.

Večino tega površja odmaka pritok Drine Bistrica, ki teče skozi oligomiocensko kotlino pri Miljevini nedaleč od Foče (sl. 1).

Omenjena tektonsko zasnovana terciarna jezerska kotlina s pre-mogovnimi plastmi je pomembno vplivala na hidrografski in morfološki razvoj bližnje pa tudi širše okolice. Proti njej so se usmerile vode z vseh strani in so od tod odnašale manj odporne glinaste in peščene plasti. Zato se je kotlina hitreje poglobljala, kot so se nižale planote, ki se iznad nje stopnjema dvigujejo 200 do 1000 m visoko

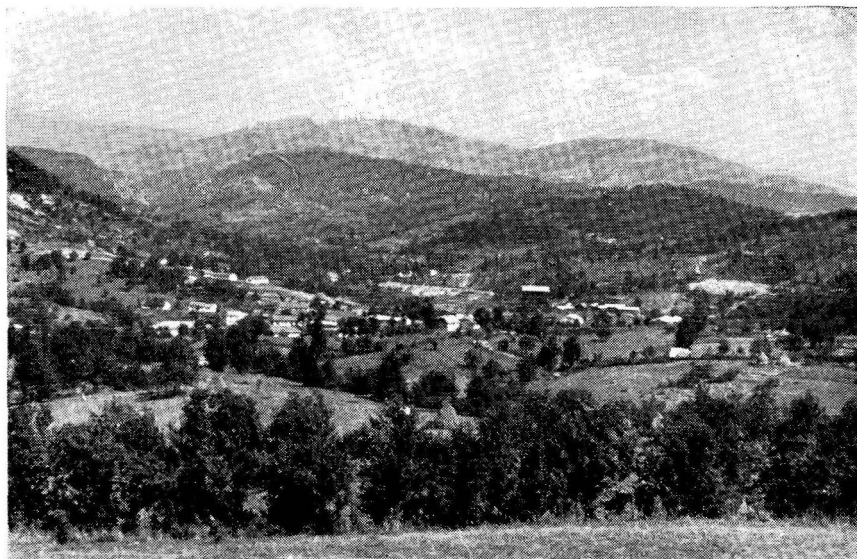


Sl. 1. Skakavac, zemljevidna skica. — Fig. 1. Skakavac, esquisse topographique

(sl. 2). Vode, ki se stekajo v Bistrico, imajo povirje v nepropustnih peščenjakih in skrilavcih; teko pa tudi po apnencih, ki so vanje zarezale globoke antecedentne doline. Takšna je tudi Oteša, zadnji desni pritok Bistrice pred njenim izlivom v Drino. Povirje Oteše je v severnem vznožju Zelengore, kjer izvirata v nepropustnih triasnih plasteh tudi Govza in Bjelava. Oteša je krajša od njiju. Njen edini površinski dotok je hudourniška Trebišnica, od kraških pritokov pa je najpomembnejši Skakavac.

Izvir Skakavac in vhod v jamo istega imena je v prepadnem skalnem pobočju na desni strani debri Oteše v nadmorski višini 690 m. Nad jamo je nad sto metrov visoka stena, ki preide nato v planotasto površje Stubičkih stran, Gromil in Golih Rud. Ko pride

voda iz jame, teče v dveh večjih slapovih v Otešo. Na skalnih pragovih pred jamo je odložila že precej lehnjaka, ki ga je največ na obeh slapovih. Ob poletni suši je ves zgornji del struge Skakavca suh in šele pod zgornjim manjšim pragom izvira potoček, ki se v tankem curku preliva čez spodnji, skoraj 30 m visok prag. Po dežju priteče iz jame precej več vode in je tedaj Skakavac ves divji. Preden podrobneje spregovorimo o jami, poskusimo ugotoviti, od kod priteka voda v njo in kakšno je hidrografsko zaledje Skakavca,



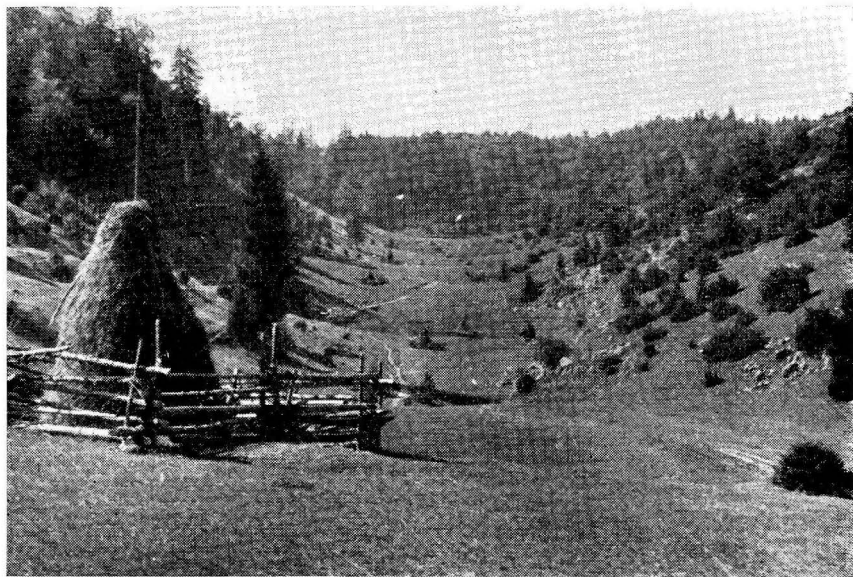
Sl. 2. Terciarna kadunja z Miljevino. V ozadju kraške planote. — Fig. 2. Auge tertiaire avec Miljevina. Au fond, des plateaux karstiques

ki je domačinom v okolici Miljevine prav dobro znan. Saj je ob izviri stal nekdanj mlin, nedavno pa so njegov izvir zajeli za pre-skrbo novega rudarskega naselja z vodo.

Padavinsko zaledje Skakavca

Planotasto kraško površje na desni strani Oteše se severno od Rude planine (1417 m) polagoma znižuje preko Golih Rud (1230 m) in Gajev do Gromil (1160 m), ki jih loči od Kmurice nekoliko globlje zarezana grapa potoka Trebičine. Na vzhodni in zahodni strani ločita to površje od ostalega visokega sveta dolini Bjelave in Oteše. Ves omenjeni planotasti svet je iz zakraselih triasnih petrografske različnih apnencev. Edino na vzhodni in severni strani so razgaljeni nepropustni rdečkasti skrilavci in peščenjaki. Ti segajo visoko v

pobočje dolin in je na stiku z apnenci več manjših izvirov. V povirju Trebičine segajo nepropustne plasti do 1000 m visoko, na sosednjem Kmuru (1509 m) pa še više. Nepropustna osnova hitro potone pod vedno debelejši pokrov apnencev. Na zahodni strani je osnova že pod strugo Oteše, ki je pri Skakavcu v višini 570 m. Izvirov na stiku apnencev in skrilavcev v bližini Oteše ni. Ker je Skakavac razmeroma visoko v pobočju, zbira le padavine, ki pronicajo v kraško podzemlje Golih Rud, Gajev in Gromil. To površje



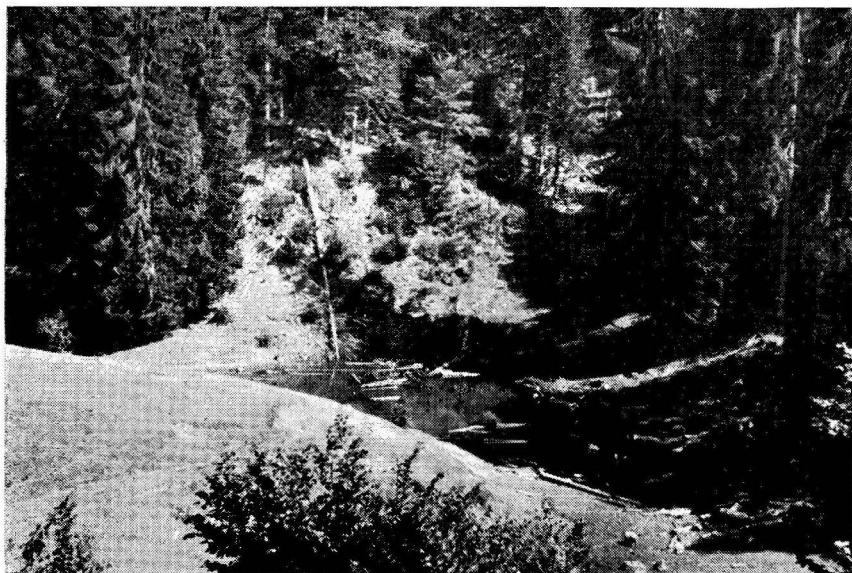
Sl. 5. Fosilna struga z vrtačami na meji ploščatih in neskladovitih apnencev.
— Fig. 5. Lit de rivière fossile avec des dolines sur la ligne de séparation entre les calcaires en plaques et les calcaires non stratifiés

meri po dolgem okrog štiri, počez pa komaj dva do tri kilometre. Velikost zbirnega področja cenimo na približno 10 km². Koliko podzemeljske vode je usmerjeno proti Skakavcu izven tega površja, ni mogoče ugotoviti, ker še nimamo dovolj geoloških in hidrografskih podatkov širše okolice.

Na vsem obravnavanem ozemlju ni površinskih voda, tako da izginja deževnica neposredno v zakrasele kamenine. Morfološka raznolikost in gospodarska vrednost kraškega površja odvisi predvsem od petrografskih svojstev apnencev.

Površinski kras je najbolj razvit v domala neplastovitih apnencih, ki jih preprezajo globoke, skoraj navpične razpoke. Tod je malo preperine in je zato površje skalnato, vrtače pa so globlje in brez prsti.

Severno od neplastovitih apnencev se vlečejo čez vso planoto tenkoploščati apnenci z lapornimi vložki. V teh apnencih je zasnovana na petrografski meji povsem zakrasela dolina, ki obvisi nad Otešo pri Stubicah (gl. sl. 5). Nedvomno je bila to nekdanj normalna dolina s površinskim tokom, na kar kaže prisotnost močno zaobljenega kremenovega in peščenjakovega proda. V danem primeru ne gre za kraško selektivno denudacijo, kot nekateri tolmačijo površinske oblike. Tam, kjer suha dolina obvisi nad strugo Oteše,



Sl. 4. Prirodni kal Šmrkovac. — Fig. 4. Mare naturelle (Šmrkovac)

je edina kmetija na planoti; navezana je na nekoliko debelejšo plast preperine, ki je ugodna osnova za njive in travnike. V bližini Stubic sta dva studenca s pitno vodo. Studenec, ki je v neposredni bližini kmetije, je zajet v tleh v koritu in se iz njega voda le na prav kratko razdaljo preliva po preperini, nakar ponikne. Drugi studenec je nekoliko močnejši in ima kratko strugo. Vodo zbira s pobočja Gajev, izginja pa v tleh, še preden doseže suho dolino pri Stubicah. V tenkoploščatih apnencih, kjer je izoblikovana struga nekdanjega površinskega toka, je več podolgovatih vrtač in kotanj in so ponekod celo sveži ugrezi. V eni izmed vrtač z ilovnatim dnom se zadržuje voda vse leto. To je Š m r k o v a c, le nekoliko večji kal za napajanje živine, ki se pase po okoliških planinah (sl. 4).

Ploščati apnenci pri Stubicah prehajajo v nekoliko bolj debelo-plastovite apnence, ki obsegajo večji del Gromil in Stubičkih stran. V njih je izoblikovano tudi površje neposredno nad Skakavcem vse

do doline Trebičine. Ponekod je med apnenci nekaj kremenovih vložkov, gomoljev in leč, ki dajejo pri razpadanju nekoliko več preperine. Površje je manj skalnato; poraslo je z listnatim, zlasti bukovim gozdom in je v dnu vrtač rodovitna rdeča prst. Površinskih voda tudi na teh apnencih ni, ker vse padavine odtečejo skozi razpoke v kraško notranjost. Tu se zbirajo v podzemeljski tok, ki ga zasledimo v jamskem sistemu Skakavca (priloga I.).

Morfološki in hidrogrfski opis jame

Vhod v jamo je izoblikovan ob strmem prelomu, ki prečka nagubane ploščate apnence. Takoj pri vходу se začne jezero, ki zaliva dno jame 80 m daleč v notranjost. Ko so zajeli vodo za oskrbo Miljevine, so zaprli vhod z železnimi vrati, položili v jezero okrog 40 m vodovodnih cevi, nad njimi pa zgradili brv, po kateri je mogoče pregledovati zajemalno napravo v jami.

Jamski sistem Skakavca obsega različne podzemeljske prostore (glej prilogo I). Dolžina vseh prehodnih rogov znaša 912 m. Glede na vodni pretok in hidrogrfsko funkcijo imamo v Skakavcu:

aktivne vodne rove v skupni dolžini 393 m,

obdobno aktivne vodne rove, ki merijo 171 m, in

trajno suhe rove v dolžini 348 m.

Aktivni vodni rovi. S hidrološkega stališča so to najvažnejši podzemeljski prostori Skakavca. Sem štejemo rove, ki se po njih pretekajo vode tudi ob največji suši. To so Akulovovo jezero, Vodni rov in Spodnji rov.

Akulovovo jezero (poimenovali smo ga po pokojnem inž. Akulovu, ki je projektiral miljevinski vodovod) je sprednji del Skakavca, ki se začne pri t. 1 in sega 79,3 m daleč v jamo do t. 5, kjer preide v Vodni rov. V jezeru se voda stalno zadržuje in ima prostor značaj akumulacijskega bazena. Premagati ga je mogoče le v čolnih ali podobnih prevoznih sredstvih.

Najdaljši premi odsek jezera drži proti jugu (t. 1 do 2). V tenkoploščatih apnencih je voda izoblikovala bliže t. 1 trapezast prečni profil z osnovnico 6 in višino 5 m. Leva stena je domala ravna in previsna, ob desni steni pa so se skladi različno odlomili in je zato precej stopnjasta. Dva metra nad vodno gladino se na obeh stenah po vsej dolžini jezera vleče 1 dm širok sigov rob. Strop je v začetnem delu jezera raven, kolikor pa se da ugotoviti, so na dnu ilovica, pesek, pa tudi živa skala. V profilu A—A¹ (gl. prilogo V) je voda visoka komaj nekaj decimetrov, kar odvisi pač od kolebanja jezer-ske gladine.

V profilu B—B¹ višina rova (6 m) znatno presega njegovo širino (3 m); če pa še upoštevamo globino jezera, ki znaša tu 2 m, se prečni profil zelo razlikuje od preseka A—A¹. Še bolj pokončen je profil C—C¹. Širok je komaj 2 m, visok pa 10 m, če upoštevamo tudi glo-

bino jezera. Sten rova se drži nad 10 cm debela, rjavkasta, porozna in zelo mehka siga, ki jo izloča v jezeru stoječa voda. Z njo je prekrit ves obod Akulovovega jezera.

Pri t. 2 jezero zavije proti vzhodu. Proti t. 3 se prostor zoži na manj kot 1 m, jezero pa prav tu doseže največjo merjeno globino 7 m. Desna stena je pod vodo previsna in moremo zato tu pričakovati še globlje mesto. Prav pred t. 3 smo z grezilom ugotovili 3 m visoko stopnjo v jezerskem dnu. Povzročila jo je razpoka smeri SV—JZ, ki je sem tudi usmerila rov med t. 3 in 4. Do gladine vode in v prvi polovici tega odseka jezera so prečni profili E—E' zelo podobni profilu D—D'. Le pod vodo se stene profila E—E' hitreje razmikajo in je v globini 4 m rov širok že 4 m. Ta širina je še večja pri profilu F—F', kjer je rov visok 10 m. Globina jezera se tu zmanjša na 2,5 m.

Zadnji del jezera med t. 4 in 5 je usmerjen proti VJV. Globina postaja vse manjša in t. 5 je že na kopnem. V profilu G—G' je tektonski stik tenkoploščatih in neskladovitih apnencev. Prelom (VJV—ZSZ) je določil tudi nadaljnjo smer jame. K hidrološki problematiki in akumulacijskim sposobnostim Akulovovega jezera se bomo še povrnili.

Vodni rov. V Akulovovo jezero priteka voda po 161,6 m dolgem Vodnem rovu (t. 5 in t. e do a), ki se z naklonom 5° cikcakasto vzpenja v notranjost hribine.

Od t. 5 gre rov 25 m proti vzhodu do t. 7. Takoj za začetno točko se rov razširi v 8 m široko in 15 m visoko dvoranico. Prečni profil se zgoraj zvonasto zaključi; stene imajo bliže dnu sigovo prevleko. Desno, delno zasigano polovico dna pokrivajo kosi apnenca, po levi strani pa teče voda v jezero. Skozi vhod pridemo v drugo prečno usmerjeno dvoranico, kjer se voda zadržuje v plitvem jezercu. Dno tega prostora pokrivajo kosi apnenca, kar priča, da je zelo pretrt. Preko 1 m visoke stopnje v ploščatem apnencu prihaja voda iz prostora točk 6 in 7, kjer se zadržuje po vsem dnu. V levi steni je nekaj zajed, ob strani pa so bloki apnenca. T. 7 je na enometrski stopnji, čez katero pada voda v jezero pod njo. Tu in pri t. 10 smo iz dna nagrebli prosojno sluzasto organsko snov, ki zanjo ne vemo ne imena ne izvora. Našli smo jo še na več mestih v Vodnem rovu, povsod tam, kjer je pretok najhitrejši.

Pri t. 7 zavije rov proti JV. V ploščatih apnencih ima prečni profil obliko pokončnega pravokotnika s stranicama 3 in 6 m. Skalno dno rova pokriva rjava siga, ki je priostrena in izjedena v nasprotni smeri vodnega toka. V stenah se odpirajo ob izgubljenih lezikah plitve reže. Pri t. 9 je jezerce, ki priteka voda vanj v brzici iz ozkega, proti JZ usmerjenega rova (t. 9 do 11 in 14). Zaradi večjega naklona (do 12°) si voda dolbe ozek žleb v skalno dno. Dno je 1,5 m široko, stene se po 6 m vijugasto strnejo v strop. Iz sten mole leče in gomolji rožencev.

Med t. 11 in 14 je dober meter globoko jezerce. Vanj prihaja voda tudi z južne strani, in sicer iz 24 m dolgega rova, ki je nastal ob razpoki SV—JZ. Ta smer razpok je tu zelo pogostna. V omenjeni odcep pridemo skozi 1 m široko okno v desni steni pred t. 14. Takoj za oknom je majhen tolmun v 3,5 m visokem prostoru. Rov se za tolmunom zoži na 1 m, strop se zniža do vode, tako da ta vanj sifonsko priteka iz rova pri t. 17 a.

Med t. 14 in 15 poteka Vodni rov točno pod Blatnim rovom. Smer obeh rovov so določili prelom in z njim vzporedne ploskve. Te povzročajo tudi, da sta strop in dno razsekana ter da so stene rova nagnjene in vzporedne. Vodni tok je neenakomeren in se menjavajo brzice z manjšimi tolmini. Pri t. 15 je Vodni rov v zvezi z Blatnim rovom po 9 m visokem preduhu. Tod skozi kaplja v Vodni rov z rdečo ilovico pomešana voda in kali vodni tok.

Pri t. 15 se Vodni rov ponovno obrne proti JZ in se rahlo dviguje 8 m daleč do t. 16. Prostor je 1,5—3 m širok in nad 2 m visok. Voda teče v brzici in po žlebu iz jezera pri t. 16. V dnu je nekaj kosov apnenca. Pri t. 16 zavije Vodni rov domala proti V, nakar se sifonsko zaključi. Rov je v neskladovitem apnencu in ga preprezajo številne razpoke, ki so usmerjene od SV—JZ. Ob njih so nastale v stenah in v stropu različno oblikovane zevi, dno pa prečkajo manjši jarki. Kamenina je močno korodirana in erodirana.

Ob razpoki SV—JZ je nastal 0,5 m širok in več metrov visok prostor, ki se po 15 m sifonsko konča. Njegovo dno se nagiba proti JZ in po njem teče nekaj vode, ki prihaja po rovu od t. 18 k t. 17 a. kjer skozi sifonsko pregrado (t. 13) ponovno doseže poglobitni vodni tok. Tu se morda nekaj vode poizgubi, ni pa znakov, da bi obstajal pri t. 13 kak drug dotok vode.

Dno vodnega rova se pri t. 18 zniža za 3 m, povese se tudi strop in smo pred sifonsko pregrado, ki ni daljša od 2 m. Meritve so namreč pokazale, da se drugi del Vodnega rova (t. e—a), ki se odcepi od Dvorane proti zahodu in zavije pod Blatni rov, t. 18 tako zelo približa. Ta del rova je dolg 43 m. Med t. a in b je rov na prehodu iz Dvorane komaj 1 m visok in 3 m širok ter ima na sredi majhno jezerce. Za njim je dvometrska stopnja, pod katero se v podolgovati kotanji zadržuje voda. Nad t. d je prehod v Blatni rov. Do t. e je skalno dno rahlo nagnjeno in se potem povese hkrati s stropom k sifonskemu zapiraku. Kamenina tega dela Vodnega rova je močno korodirana in je na dnu polno zajed. Prevleka rjave sige ponekod prekriva apnenec z roženci. Pri t. e se prečni profil rova zgoraj piramidasto zaključi, razjedene stene pa preidejo v konkavno dno. V sifonu je nekaj peska in več skal.

Visoka voda se iz Dvorane prevale v začetek Vodnega rova. Nizka voda pa ga doseže po meznani poti pod levo steno v sifonu, od koder teče dalje po Vodnem rovu v Akulovovo jezero. Kadar so vodne množine večje, se dvigne gladina v sifonu in se razlije po rovu preko t. d; t. c pa s te strani najbrž danes ne doseže več.

Spodnji rov. Od Dvorane se proti JZ odcepi Spodnji rov (t. f—g—30—31—32 in 33). Kamenina je tu zelo korodirana in prekrita s črno prevleko. V koničastih žepih sten pa tudi na dnu je mivka in droben prod. Nekaj skal leži po dnu med obema jezercema, kjer zastaja obdobjno tekoča voda. Pri t. g seče rov strma, proti SV usmerjena razpoka. Ob njej je nastal v levi steni 3 m dolg in 0,5 m širok žep. Vanj je za časa našega dela izginjala vsa voda, ki je prihajala iz sifonskega rova. V tem drugem delu rova so prečni profili trapezasti. Dno pokrivajo kosi apnenca, ki so se odlomili od stropa ob razpokah. S stropa vise osti apnenca, pa tudi roženci se kot netopljiv material drže stropa in sten.

Skalni bloki in proti jugu za 35° nagnjeni strop ustvarjajo nizek prostor med t. 32 in 33. Skozi podorno skalovje priteka voda v rov ob skrajni levi steni in teče v jezerce, nakar doseže pri t. g ponor, ki pa požira le manjše količine vode. Višja voda se preliva dalje po Spodnjem rovu v Dvorano in v Zvezni rov; od tod preide v aktivne vodne rove.

Obdobjno aktivni vodni rovi so Dvorana, Zvezni in Zgornji rov. Del jame med točkama 24 in 27, ki pridemo vanj iz Blatnega rova, smo imenovali D v o r a n o. To je 8—10 m širok in v povprečju 10 m visok prostor, ki po razsežnostih močno prekaša vse druge rove. Ima osrednji položaj, ker povezuje vzhodni in zahodni sistem rogov. V Dvorano se stekajo vse visoke vode Skakavca, nizke pa teko pod njo.

Pri t. 24 je prečni profil Dvorane še ovalen, kmalu pa preide v kvadratast profil. Medtem ko je leva stena Dvorane navpična, se je v desni steni zaradi različnih kamenin izoblikovala stopnja, ki je pri t. 26 visoka že 6 m. Večina dna je iz žive skale in ga ob vsej levi steni pokrivajo kosi ploščatega apnenca. Le-ta tvori tudi strop in levo steno. Med t. 26 in 27 je v kotanjah voda, ki tod zastaja.

Dvorana preide v Zvezni rov (t. 27 do 30), ki ima onstran podornega kupa ravno dno. Tu se rov obrne proti J in JJZ. Njegove stene so zelo razjedene. Kot erozijski ostanki mole iz apnenca gomolji in leče roženca. Kamenino pokriva črna sifonska prevleka. V levi steni je mnogo ovalnih in žepastih vdolbin, kjer sta se ohranila droban prod in mivka. Taki sedimenti so tudi po dnu rova, kjer jih je ponekod zlepila rjavkasta siga. Sprijete usedline korodira in erodira kapljajoča in obdobjno tekoča voda. Desno od t. 28 in 29 je mivka naplavljenjena do debeline dveh metrov.

Pri višji vodi se preliva del toka iz Spodnjega rova v Zvezni rov, kjer zastaja v periodičnem sifonu pri t. 28 (zato je mivka prav na tem mestu), kadar pa izjemno naraste, se voda preceja od tod skozi podorno skalovje celo v Dvorano.

Obdobjno se voda pretaka tudi po Z g o r n j e m r o v u, ki je dolg 44 m (t. 34 do 38). Odpira se v desni steni Dvorane 6 m nad njenim dnom. Izoblikovan je v tenkoploščatih apnencih, v apnencih z roženci in v neskladovitih apnencih. Rov ima pokončne elipsaste

prečne profile. Živoskalno dno prečkajo ostri zaseki, ki so tudi v stenah in v stropu. Na koncu zapirajo rov bloki apnenca, ob levi steni (pri t. 38) pa je pod 3 m globoko stopnjo mirujoča voda. Le-ta je skoraj gotovo v zvezi z vodo pri t. 52 in 53, čeprav sta njuni gladini različno visoki. Pri nenadnem in velikem navalu vode se gladina dvigne ter gre tok po Zgornjem rovu v Dvorano. Le tako si moremo razlagati, da so v tem rovu tu in tam za pest veliki prodniki rdečega peščenjaka.

Trajno suhi rovi. Sem štejemo Suhi kanal, Zaviti rov, Blatni rov in večino Ostrega rova. Ti rovi so danes izven vodne mreže, so pa pomembni za razlago geoloških, morfoloških in razvojnih razmer jame.

Suhi kanal se odpira v steni 14 m nad t. 7 in se vleče proti VSV 121 m daleč. Med t. 56 in 58 je širok od 3,5 do 4 m, prav toliko pa je tudi visok. V stropu je več kaminov. Skozi nje spira voda s površja ilovico, ki pokriva ravno jamsko dno. V kaminih se ponekod zadržujejo netopirji; dva kupa gvana pričata, da je teh živali v jami precej.

Za t. 58 pokrivajo jamsko dno kosi ploščatega apnenca, ki tvorijo strop in stene rova. Te kamenine zatrpajo pri t. 66 rov tako, da je neprehoden. Prečni profili rova so med t. 56 in 58 pravokotni, od tod naprej pa prevladuje usločen strop.

Pri vstopu v Zaviti rov moramo premagati 7 m visoko previsno steno Dvorane. Rov je dolg 119 m. Vleče se proti SV in ga končno zapira podor v ploščatem apnencu. Rov je do t. 71 širok 3 m in 3–4 m visok ter ima tudi pravokotne prečne profile. Dno je ravno, posuto s skalami ali pa prekrito z rdečo ilovico, ki se suši in poka v poligonalne plošče. Nasprotno je sklepni del Zavitega rova, počenši od t. 71, kjer se obrne proti JJZ, silno ozek in vse bolj cikcakasto zavit. Stene, strop in dno pokriva mastna rdeča ilovica. Tu je zanimiv okrogel čez 20 m visok kamn (t. 74), ki ima zelo korodirane obodne stene in polzi po njih voda tudi ob suši.

Ostri rov se odpira v Dvorani levo od vhoda v Zgornji rov tam, kjer je skoraj pod stropom meja med tenkoploščatimi apnenci in apnenci z roženci. Med t. 39 in 42 tvorijo njegov strop nagubani ploščati apnenci, dno pa je v apnencih z roženci, ki jih preprežajo domala navpične razpoke. Ob teh razpokah je nastal ostali del Ostrega rova. Stene prostora so večji del navpične; iz njih mole leče rožencev in ostre korozijske skodlje. Pri t. 45 je po dnu nekaj mivke in drobnejšega proda, kar priča, da se tu voda filtrira skozi razpoke v Spodnji rov. Do t. 45 pa priteče voda iz sklepa Ostrega rova (t. 52), kjer se zadržuje v majhnem breznju. Njena gladina se tu spreminja v odvisnosti od količine vodá, ki pritekajo sem skozi neznano podzemlje.

V Blatni rov pridemo po 3 m visoki stopnji desno od t. 7. Prvi 15 m dolgi odsek gre proti JZ in seže 10 m visoko, potem pa se rov obrne proti V in so številni kamini v stropu še višji. Nastali

so ob razpokah, ki tudi v desni steni večajo rov z ozkimi visokimi špranjami. Pri t. 20 in 21 so po dnu bloki apnenca, okrog t. 22 pa je 3 m debela plast mivke in z gruščem pomešane mastne ilovice, ki jo prinaša deževnica s površja skozi kamin. Pri večjem prelivu vode polzi ilovica skozi brezni (med t. 21—22 in pri t. 23) v spodnji, Vodni rov.

Geologija jame

Podobno kot na površju lahko tudi v jami zasledujemo petrografske različne apnenice. Petrografske enote je tu lažje razpoznati in jih je tudi bolj potrebno opredeliti, ker so se jamski prostori oblikovali posebno tam, kjer se različne kamenine stikajo in obstajajo neke tektonske zasnove (priloga III).

V ploščatih apnencih so izoblikovani vhod Skakavca, prostori Akulovovega jezera in Vodnega rova do t. 9; ti apnenci tvorijo strop in levo steno Dvorane ter začetek in konec Blatnega rova (t. 7—19), Zavitega rova (t. 67—69, 71 a) in Suhega kanala (t. 56—57, 59—66). Plasti so debele 10—30 cm, a so blizu stika z drugimi apnenci tudi tanjše. Njihove smeri in vpadnice zelo kolebajo. Najpogostnejša je smer SV—JZ in pogosten je tudi vpad proti SZ in JV. Različno usmerjenost povzročajo drobne gube in fleksure, ki jih zasledimo blizu stika tenkoploščatih apnencev z drugimi apnenci. Ista plast je na krilih drobnih gub različno debela. Take gube imenuje Nabholz (1956) podobne gube, ker imajo iste krivinske premere, a obrnjena temena. Nazoren primer takega gubanja je v Dvorani desno od t. 27 (glej profile na prilogah II in III), kjer leže tenkoploščati apnenci na apnencih z roženci. Največ razpok v ploščatih apnencih se omejuje na eno samo plast. Zato lahko tekoča voda odnaša kose apnenca iz sten in ustvarja prečne pravokotne pokončne profile (Vodni rov v t. 7). Razpoke, ki v celoti prečkajo apnenice, pa so usmerile Akulovovo jezero (med t. 2 in 4) in Vodni rov (pri t. 7 in 8). Potekajo v prečni dinarski smeri in jih je največ tudi v ostalih apnencih. Prelomi v jami imajo dinarsko smer. Samo po stropu začetnega dela jame gre strm prelom domala v smeri S—J in so se ob njem plasti horizontalno premaknile. Ko so se prostori v tenkoploščatih apnencih vse bolj širili, so se tanke plasti v stropu podale in so v Suhem kanalu, v Zavitem rovu in v začetku Zveznega rova nastali podori.

Skladoviti apnenci, ki obdajajo Vodni rov (t. 9—15 in t. a—e) in Blatni rov ter dele Dvorane in Zavitega, Spodnjega, Ostrega in Zveznega rova, vsebujejo rožence v lečah, gomoljih in v 2 cm debelih plasteh. Posebno mnogo roženca je v apnencih Vodnega in Zveznega rova, plastovitih vključkov roženca pa je več ob tektonskih stikih z neskladovitimi apnenci. Ker so roženci netopni, izstopajo iz stropa in sten. Plasti skladovitih apnencev z roženci so debele po pol metra in jih preprezajo debelejšje prečne in tanjše

plastne kalcitne žilice. Zaradi rožencev in kalcitnih žil se ti apnenci bolj upirajo zakrasovanju. Plasti teh kamenin imajo največ smer SZ—JV in vpadajo proti JZ; nekaj vpadnic pa je nagnjenih tudi proti S in SV, kar ustvarja antiklinalno zgradbo. Tudi večina prelomov poteka v tej smeri in so se ob njih pogreznile severovzhodne grude. Razpoke imajo tudi v apnencih z roženci prečno dinarsko smer.

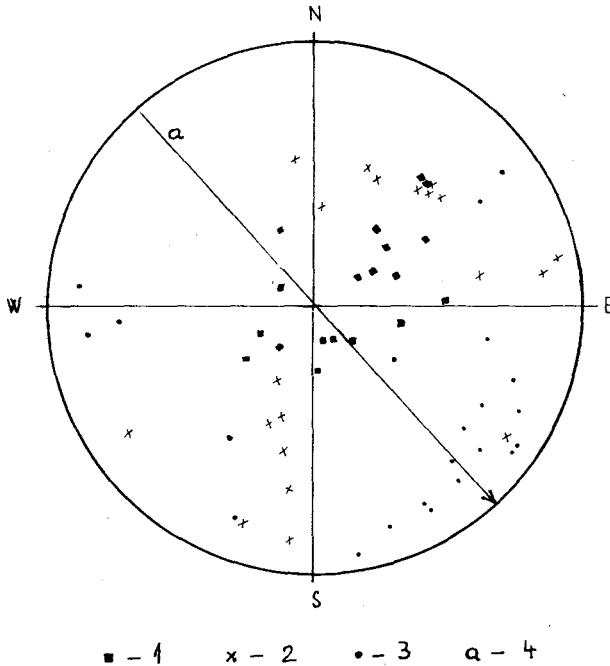
V neskladovitih apnencih je izoblikovan le manjši del Skakavca: Vodni rov (t. 16—18) in njegovi odcepi (t. 12—13 in 17 a) ter sklepi Zgornjega (t. 36—38), Spodnjega (t. 31—33) in Ostrega rova (t. 48—52). Te kamenine zelo na gosto križajo prečno dinarsko usmerjene razpoke in so ob njih ozki in visoki rovi s korodiranimi, ponekod tudi z mastno rdečo ilovico prevlečenimi stenami. Iz teh razpok nastale špranje so poglavitne dovajalne cevi vode in ilovice s površja; ob njih so tudi vsi pritočni sifoni v jami.

Vse tri petrografsko različne vrste apnencev so verjetno iste starosti. Tenkoploščati apnenci so vloženi v kompaktnije apnence z roženci. Debelina vložka se spreminja od 50 do 80 m, kar odvisi od intenzivnosti nagubanja in prelamljanja. Vložek v splošnem položno vpada proti severu in ga kanjon Oteše prereže v višini jamskega vhoda. Apnenec z roženci kot njegova talnina doseže površje nekako 2 m pod jamskim vhodom. Sklepamo torej, da je dno Akulovovega jezera in del njegovih sten, ki so pod vodo, že v talnini. To misel potrjuje tudi previsna stena nad najglobljo točko v jezeru (med t. 2 in 3) in skalna polica v globini 3 m pri t. 3 (glej profile na prilogi II in V).

Neskladoviti apnenci so vrhnji horizont obravnavanih kamenin. Njihov kontakt z apnenci, ki vsebujejo rožence, in s tankoploščatimi apnenci pa je v jami tektonski. Izrazit dvojni prelom SZ—JV in V—Z, ki vpada proti SZ in J, se da slediti od Vhodnega rova pri t. 5 skozi Blatni rov, nakar se zopet pojavi v Vodnem rovu pri t. 18, pa tudi ob sklepih Zgornjega, Ostrega in Spodnjega rova (glej prilogo III). Ob tej dislokaciji se je pogreznila gruda neskladovitega apnenca.

Po podatkih, ki smo jih nabrali v jami in prikazali na polarnem diagramu (sl. 5), ugotavljamo, da gradijo kamenine antiklinalo, katere os tone za 10—15° proti JZ. Njeno teme je razgaljeno v Dvorani. Zaradi že omenjenih petrografskih lastnosti potrjujejo tenkoploščati apnenci antiklinalo s podobnimi gubami. Te gube so nastale zaradi stiskanja plasti na notranjem obodu apnenčevega kompleksa, ker se zunanji obodi plasti pri gubanju nategujejo, notranji pa stiskajo. V našem primeru so dinarski prelomi razkosali antiklinalo v sintetične in antitetične grude še v zrelem stadiju gubanja. Raztezne sile na zunanjih obodih so namreč bile intenzivnejše od sil, ki so povzročale, da so se kamenine na notranjem obodu stisnile na manjši prostor. Take spremembe so predvsem utrpeli vrhnji neskladoviti apnenci. Razpoke, ki potekajo prečno na dinarsko smer

(gl. sl. 5), odločno prečkajo vse tri različne vrste apnencev. Zato se zdi, da njihov nastanek ni bil odvisen od gubanja. Ker te razpoke tudi ob prelomih niso bile premaknjene, jih smemo pripisati kakim mlajšim tektonskim napetostim — morda tistim, zaradi katerih se je razkosal apnenčev plato južno od Miljevine v posamezne grude. Med le-timi tečeta danes Oteša in Govza v globokih kanjonih pretežno prečno na dinarsko smer.



Sl. 5. Polarni diagram strukturnih elementov v jami. Upošteevane so le smeri skladov apnencev z roženci. Projekcija na zgornjo polovico krogle Schmidtove mreže. 1 poli lezik; 2 poli prelomov; 3 poli razpok; 4 os gube. — Fig. 5. Diagramme polaire des éléments structuraux de la grotte. Dans la direction des stratifications on n'a tenu compte que des calcaires à cornes. Projection sur la hémisphère supérieure du réseau de Schmidt. 1 pôle de joints de stratification; 2 pôle de faille; 3 pôle de diaclase; 4 axe de pli

Sedimenti

Na dnu Skakavca leže bolj ali manj na gosto prodniki, pesek in mivka. Za pest velike prodnike drobnozrnatega peščenjaka rjavo rdeče barve, kakršne smo ugotovili tudi na površju (gl. str. 109), smo našli v Zgornjem, Blatnem in Zavitem rovu. V podzemlje so torej prišli s površja in jih je voda odložila povsod tam, kjer je prisiljena

mirovati. Tako je več peska in mivke pri obdobjnem sifonu ob t. 28, v Ostrem rovu (t. 45 in 46), v sifonih pri t. e in 18 ter na dnu Akulovovega jezera.

S površja je prišla v jamo tudi mastna rdeča ilovica. Nahajamo jo v Suhem kanalu, v Zavitem rovu in predvsem v Blatnem rovu, kjer je v t. 22 nakopičena v pravcat stožec. Ilovica prihaja sem v dežju skozi kamin hkrati z vodo in polzi proti obema zvezama (t. 21 in 23) s spodnjim Vodnim rovom, kjer kali vodni tok. To po eni strani za vodovod v Miljevini pač ni zaželeno, po drugi strani pa pripomaga k tesnjenju naravnega zbiralnika. Ilovica se namreč v mirni vodi seseda, kar je tem bolj ugodno, ker sami apnenci z roženci, ki sestavljajo dno, nimajo takih akumulacijskih sposobnosti, da bi trajno zadrževali vodo.

Uravnano površje nad jamo pokriva različno debela plast ilovice. Kakih 80 m daleč od 140 m visokega skalnega roba, pod katerim se odpira vhod v jamo, smo v jerovici našli 4 m globok lijak. Manjkajočo prst je odplaknila deževnica skozi špranje v podzemeljske prostore, kjer jo nahajamo kot rdečo ilovico.

V jami ni kapniških tvorb. Prav posebna siga pa se izloča v Akulovovem jezeru. Je mehka, porozna in svetlorjave barve, ker vsebuje razen karbonatnih delcev precej ilovnatih primesi. Oprijemlje se zalitih sten. Ko smo znižali jezersko gladino, je marsikje kar odpadla. Tisti del dna Akulovovega jezera, s katerega se je pri praznjenju umaknila vsa voda, prekriva rjava siga, ki je znatno trša in sploh ni porozna. Taka siga je tudi v Vodnem rovu do t. 8 in v Zveznem rovu, kjer jo voda erodira. Ponekod so z njo pokrite stene, a le 3 dm nad gladino vodnega toka. Zdi se, da je bilo Akulovovo jezero v starejših razvojnih fazah večje in je segalo v notranjost jame prav do t. 8. Na to kaže tudi bela sigova proga 2 m nad današnjo gladino. Voda pa se je morala dostikrat zadrževati tudi v Zveznem rovu, da je v njem lahko odlagala trdo rjavo sigo.

Hidrologija Skakavca

Na osnovi geoloških in morfoloških proučitev smo ocenili padavinsko zaledje Skakavca na približno 10 km² kraškega površja. Če računamo, da dobiva letno 1500 mm padavin in da znaša odtočnost okrog 50 %, daje izvir povprečno 200 l/s vode. Pod vplivom padavinskega režima in letnega časa pa je izvir ob dežju lahko do 20-krat večji in v suši prav tolikokrat manjši. V mokri zimi 1956 je speleološka ekipa Inštituta za istraživanje krša »Jovan Cvijić« namerila tu 3–5 m³/s pretoka; 24. avgusta 1961 smo sami ugotovili 24 l/s. Kakih deset dni nato pa je znašal pretok samo še 14 l/s (obvestilo uprave rudnika v Miljevini z dne 14. septembra 1961).

Hidroloških razmer v jami smo se nekoliko dotaknili že pri opisu rovov. Voda priteka iz podornega skalovja konec Spodnjega rova pri t. 33. Na tem mestu smo namerili 24 l/s pretoka. Vsa ta voda

se je takrat izgubila v špranji pri t. g v Spodnjem rovu in se je pojavila šele v pritočnem sifonu v Vodnem rovu. Od tod je tekla proti Akulovovem jezeru. Vendar so meritve pretoka na več mestih v Vodnem rovu izkazale komaj slabo polovico tiste vode, ki je prihajala iz sifona v Spodnjem rovu. Tako se odpira vprašanje, kam izginja ostala voda.

Iztoka iz jame nismo mogli meriti, ker je voda odtekala po ceveh. Zato smo skušali najprej z barvanjem vode v Akulovovem jezeru ugotoviti njegove akumulacijske sposobnosti. Ker so bili izviri izven jame neobarvani tudi še naslednji dan, je to zadosten dokaz, da jezero ne pušča vode v dnu ali ob stenah. Pri večjem dotoku se v njem dviga gladina do višine vhoda, nakar se šele preliva po skalni strugi proti Oteši.

Da bi ugotovili, ali obstaja vodna zveza med ponorom (pri t. g) in nižjimi izviri v jami ter izven nje, smo 25. avgusta 1961 barvali vodo pri ponoru s pol kg fluorescina. Po 36 minutah je pritekla obarvana voda do sifona pri t. e, nakar je rabila za pot skozenj do t. 18 7 minut. V izviri pod Skakavcem se je pojavila barva čez 3 ure in 26 minut; val najmočnejše obarvane vode je šel mimo med 16.30 in 17.30. Višinska razlika med ponorom v jami in izviro izven nje znaša 59 m, zračna razdalja pa 280 m. Če podaljšamo to razdaljo za polovico, kar bi nekako ustrezalo dejanskim podzemeljskim tokom (Šerko 1946), znaša povprečni strmec 140 ‰ in hitrost vode 3,5 cm/s. To dosega domala povprečno hitrost nizkih kraških voda. Drugi del neznanega toka med ponorom in sifonom pri t. e je nekoliko hitrejši in znaša okrog 5 cm/s, vendar je tudi ta še tipičen za nizke vode.

Z barvanjem smo torej dokazali hidrografske zveze ponikalnice v Spodnjem rovu s pretokom v Vodnem rovu in izviri pred jamo (gl. prilogo IV). Ker je tako bilo ugotovljeno pretakanje nizke vode v spodnjih nedostopnih rovih Skakavca, je bila s tem nakazana rešitev zastavljenega vodnogospodarskega problema.

Poučno hidrografske funkcije ima jama tudi pri višjih in visokih vodah. Na koncu Ostrega rova je več metrov globok tolmun (t. 52). Podoben sifon je tudi konec Zgornjega rova (t. 38). Vsaksebi sta si komaj 8 m, medtem ko sta oba sifona oddaljena od izvira v Spodnjem rovu 10 oziroma 5 m. Presenečajo tudi razlike v višini vodne gladine. Najviše seže voda v sifonu pri t. 52; v Zgornjem rovu je v sifonu pol metra nižja, izvir v Spodnjem rovu pa je še tri metre nižji. Pretoka v sifonih ni bilo opaziti in bi se ga dalo zatrdno dokazati le z barvanjem. Trdote in temperature vode pa govore za zvezo med sifoni in izviro. Nobenega dvoma ni, da teče visoka voda po obeh višjih rovih, ki sta vzporedna s Spodnjim rovom. Najviše leži Ostri rov in ga voda poplavlja do t. 45. Priteka iz sifona (t. 52) in doseže pri t. 48 najvišji skalni prag; od tod odteka že pred t. 45 skozi razpoke v dnu in v stenah proti Spodnjemu rovu. Tu je ena od razpok tako široka, da odpira vanj neposreden prehod (med t. 45 in 32). Po morfoloških znakih sodeč ima Zgornji rov ob visoki

vodi razmeroma močan tok, ki se v Dvorani združi z vodo Spodnjega rova. Ker je med zgornjim rovom in dnom Dvorane 7 m visok prag, je tedaj v Dvorani vsaj 6 m visok slap. Pod njim je kotanja z zaobljenimi kosi apnenca in peskom, kakršnega drugod po jami ni. V Dvorani se potemtakem združijo visoke vode, ki se spotoma prebijajo skozi lokalne hidrografske pregrade v vseh treh rovih.

Pretakanje visoke vode pa s tem še ni dovolj pojasnjeno. Medtem ko teče po Zgornjem rovu že nekaj m^3/s vode, je vodna gladina v Ostrem rovu 15 m nad dnom Spodnjega rova, dasi ta ni v celoti zalit, kot bi bilo to pričakovati po klasični shemi hidrografskih con v kraškem podzemlju (Cvijić, 1957). V danem primeru nastane v Spodnjem rovu, ki je pod vodo komaj dober meter, sifon pri t. 30 in je le nizek del med t. g in f zalit do stropa. Takrat je tudi del Zveznega rova, ki je ob nizki vodi skoraj suh, poplavljen domala do t. 27. Tu se del vode prebije skozi skalovje, del pa se poizgubi v razpokah pri t. 28 v neznane prostore.

Poglavitni tok je ob visoki vodi usmerjen iz Dvorane proti sifonu v Vodnem rovu ter ne poplavlja več Blatnega rova, ki je prvotni podaljšek Dvorane v smeri proti Akulovovemu jezeru. Pri t. 25 namreč že v celoti odteče v Vodni rov (t. a in e), ki je pod Blatnim rovom in mlajšega nastanka. V Vodnem rovu se enotni tok med t. 17 in 16 razdeli tako, da gre del vode po daljši poti skozi Ozki rov (med t. 17 a, 13 in 12), v katerem je kratek, kolenasto zavit vmesni sifon.

Hidrološki mehanizem Skakavca je torej zelo zanimiv, vendar je delno nepojasnjeno na koncu njegovega dostopnega dela in v neprehodnem nadaljevanju. Visoke in nizke vode nakazujejo manj propustno pregrado, ki jo tvorijo sifoni Spodnjega, Ostrega in Zgornjega rova. Razmeroma precejšnje razlike v danih nivojih ob suši potrjujejo domnevo, da je takrat propustnost pregrade zelo majhna. To kaže precej strma piezometrična krivulja med t. 33, 38 in 52 (med t. 52 in 33 znaša 23 %, med t. 38 in 33 pa 70 %). Tudi ob visokih vodah je pregrada v spodnjih horizontih malo prepustna, kajti kljub povečanemu pritisku priteka takrat v Spodnji rov ob prelomni ploskvi le manjši del vode. Zaradi pregrade se dvigne voda v Ostrem rovu za 9 m, tako da si med t. 45 in 47 poišče pot proti Spodnjemu rovu. Višji horizonti pregrad so bolj prevotljeni in zato odvaja Zgornji rov največji del visokih voda. Piezometrične krivulje so različne za vsak rov posebej. Najmanjše so razlike med temi krivuljami za nizke in visoke vode v Spodnjem rovu, največje pa so v aktivnem delu Ostrega rova in v vsem Zgornjem rovu.

Zanimiva je primerjava povprečnega strmca pri različni količini vode na različnih odsekih podzemeljskega sistema. Strmec nizkih voda znaša (od t. 33 do t. 1) 66 %, pri visokih vodah pa naraste na 100 %. Razliko ustvarjajo visoke vode med pritočnimi sifoni in Dvorano ter med Dvorano in Akulovovim jezerom ter Vodnim rovom, kjer

je več brzic in tolmunov. Tu povprečni strmec močno preseže 100 ‰ in je skoraj dvakrat tolik kot ga imajo nizke vode.

Vzroke za tak mehanizem je iskati predvsem v geološki zgradbi in v erozijski in korozijski aktivnosti vode. Njena trdota je ob nizkem stanju kar znatna. Takrat najbolj izloča sigo po jami. Inkrustacija dna in sten je posebno intenzivna v Akulovovem jezeru in sploh povsod tam, kjer nizka voda zastaja. Njena trdota v franc. stop. je bliže izvirom nekoliko manjša. Le-ta je znašala:

pri t. 5	23
pri t. 34	22
pri t. 1	22
v izvirih pod jamo	22
pod slapom ob Oteši	21
v strugi Oteše	19 stopenj.

Erozijska in korozijska preoblikovalna sila vodá poneha v Akulovovem jezeru. Tu se sesedajo mivka, pesek in ilovica ter se izloča sigo, kar vse zadržuje njegovo poglobljanje. Isto se dogaja še v Vodnem rovu, kjer imajo nizke, vendar trajnejše vode le precejšnjo agresivno moč. Postopno prehajanje toka globlje v apnenčevo notranjost povzročajo predvsem nizke vode, ker visoke vode hitro odtečejo. V omenjenih ugotovitvah vidimo enega od vzrokov, da se zadržuje vodni tok v apnenčevi gmoti skoraj 100 m nad površinsko rečno strugo.

Erozijsko poglobljanje površinskega korita Oteše je torej hitreje napredovalo kot spuščanje podzemelske vode Skakavca. Tu se je doslej prestavil le del nizkih vodá za nekaj metrov globlje v apnenčevo gmoto in so visoke vode navezane še vedno na starejše rove. Izvir Skakavca je ostal s tem na višini obsežne starejše izravnavne v okolici Miljevine, kar približno ustreza višini sosednjih oligomiocenskih plasti na levem bregu Oteše.

Morfogeneza jamskega sistema

V preiskanem delu Skakavca se jasno vidi medsebojna genetska odvisnost med petrografskimi svojstvi apnencev, njihovo strukturno pretrstjostjo in kemično aktivnostjo vode, ki se sem vsa steka s površja. V jami je postopoma izoblikovala različne votline, ki se je njihova hidrološka vloga spreminjala v času in prostoru.

Glede na sedanjo hidrološko funkcijo ločimo v Skakavcu sistem aktivnih vodnih rogov in stranske neaktivne rove, ki jih pri študiju razvoja jame lahko povežemo v enotno shemo. Pri obravnavanju morfogeneze pa moremo celotni sistem rogov razdeliti na štiri odseke. Prvi del obsega Akulovovo jezero in del Vodnega rova do t. 7; drugi del je Vodni rov in njegov podaljšek onstran sifona do Dvo-

rane ter Blatni rov; tretja enota je Dvorana; četrta enota pa obsega ves splet rogov od Dvorane navzgor.

Vhodni del Skakavca je enoten rov z Akulovovim jezerom. Za jezerom ga prečkajo razpoke, ki pa bistveno ne vplivajo na njegovo funkcijsko in morfološko enotnost.

Zanimiva morfološka situacija se začne pri t. 7, kjer se enotni rov razdeli. Spodaj se nadaljuje Vodni rov, na JZ strani se začenja Blatni rov, dobrih 16 m nad dnom pa se v vzhodni steni odpira vhod v Suhi kanal. Od Dvorane do t. 7 je šel nekdanj vodni tok dokaj premočrtno po Blatnem rovu. Ko pa se je zaradi mnogih prelomov in razpok ob stiku petrografsko različnih apnencev tok od tod postopoma prestavljal v spodnji, Vodni rov, so se visoke vode prelivale po Blatnem rovu še toliko časa, dokler ni bil Spodnji rov tako razširjen in poglobljen, da jih je vse pretočil vase. Tod pa teče sedaj le še del nizkih voda, ker si je ostala voda že pred vstopom vanj poiskala pot skozi razpoke v nižjo, nedostopno etažo. Zaradi razpok in neskladovitega apnenca ima ta vodni rov ozek, zavit in neizravnani tok z nadpovprečnim strmcem (120 ‰).

Tretja enota Skakavca, Dvorana, je pravzaprav le nekoliko razširjeni premi podaljšek Blatnega rova. Po njej se prelivajo le visoke vode, nizke pa so že zašle v nižje rove.

V zgornjem koncu Dvorane se odpira več rogov in se z njimi začenja četrta enota Skakavca. Normalno so starejši rovi nad mlajšimi, kar pa tu ni povsem jasno. Naravni podaljšek Dvorane je iskati v obdobjno aktivnem Zveznem rovu (t. 27 do 30), ki prehaja v Spodnji rov, kjer si je vodni tok skrajšal pot do Dvorane. Na JV strani visoko pod stropom Dvorane je vhod v Ostri rov. To je najvišje ležeči rov v do sedaj znanem delu jame. Po njem je v starejši fazi pritekala voda v Dvorano. Zdaj se ta preliva v Spodnji rov samo takrat, kadar se visoko dvigne pred sifonom v t. 52, Dvorane pa v nobenem primeru ne doseže več. Tudi po Zgornjem rovu z lepo izoblikovanim gravitacijskim koritom se še pretaka del visokih voda. Vendar te niso uspele poglobiti korita do nivoja mlajšega, skoraj 10 m nižjega Spodnjega in Zveznega rova, ker so ju tako kot Dvorano neprimerno bolj širili in poglobljali stalni vodotoki.

Poleg obravnavanih jamskih prostorov si moramo ogledati še dva stranska suha rova, Suhi kanal in Zaviti rov. V obeh so se že dodobra uveljavili destruktivski procesi posebno zato, ker sta delno izoblikovana v ploščatih apnencih. Tu so morfološki sledovi nekdanjega gravitacijskega korita, vendar smeri toka ni bilo mogoče določiti. Vsekakor je v Suhem kanalu tekla voda proti glavnemu koritu Skakavca pri t. 7. Od kod je pritekla, pa ni znano. Del Zavitega rova od t. 67 in 71 je usmerjen proti Suhemu kanalu, a so prehod med njima prekinili podori. Višinske razlike med dnom obeh rogov so znatne, ker so sekundarnega nastanka. Živoskalno dno v Zavitem rovu visi, vsaj pri vstopnem delu, proti Dvorani, kar pa ne more biti potrdilo, da je šel tja nekdanj tudi vodni tok. Ker ni v

spodnjih horizontih jame nobenega rova niti pritoka z desne, kar naj bi pojasnilo nekdanjo funkcijo obeh rovov, prištevamo tudi ta del Skakavca k najstarejšemu delu vodnega kanala. Zaviti rov obvisi nad dnom Dvorane podobno kot Zgornji rov in prav v njem lahko vidimo nadaljevanje nekoč v teh višinah tekočega, danes globljega vodnega toka. Pri iskanju krajših poti od sifonov k Akulovovemu jezeru je voda ustvarila sedanji aktivni sistem rovov. Pri tem je obšla obsežno koleno Zavitega rova in Suhega kanala, po Zgornjem rovu, ki je del prvotnega njenega toka, pa se pretaka le, kadar izredno naraste.

Ko smo tako nekako ugotovili, kako se pretaka voda po dostopnih rovih, pogledajmo še, kje potekajo predvidoma najnižji nedostopni kanali med ponorom pri t. 9, sifonom v Vodnem rovu in izviri pred jamo.

Tako kot se je iz vodne mreže izločilo koleno Zavitega rova in Suhega kanala, zapuša vodni tok tudi koleno v Zveznem rovu. Danes celo nizke vode več ne uporabljajo dela Spodnjega rova (t. g in f). Vodni tok pa se tako ne predstavlja samo v globino, temveč se pomika tudi proti JZ, ker so tam ugodnejše geološke razmere. Apnenci z roženci namreč vpadajo proti JZ in so tu blizu stika z neskladovitimi apnenci tudi bolj pretrti. Voda izkorišča lezike pri poglobljanju in za pot proti zahodu, kjer se že prav blizu Vodnega rova razdeli. Del je teče naprej v Vodni rov, drugi del pa ubere nižjo pot pod Vodnim rovom in Akulovovim jezerom k izvirom pod jamskim vhomom. V tej najnižji etaži so rovi nizki in široki, ker teko vsaj do Vodnega rova ob lezikah.

Pri poglobljanju vodnih rovov so torej pomembne nizke vode in tisti del visokih voda, ki se pretaka po spodnjih horizontih. Pomembna pa je tudi petrografska in strukturna zgradba apnencev. Začetne najnižje votline nastajajo ob lezikah in ob bolj pretrtih kameninah.

Rešitev vodnogospodarskih problemov

Preizkus akumulacijske sposobnosti Akulovovega jezera. Akulovovo jezero je za obratovanje vodovoda najvažnejši del Skakavca. V času našega raziskovanja je bilo 79,3 m dolgo in je imelo 785 m³ vode. Preizkus o vododržnosti jezera smo izvršili v dveh fazah (gl. pril. V).

Najprej smo odprli vse ventile v vodovodni napeljavi in s tem gladino jezera znižali do šobe. Hkrati smo opazovali, ali se je pretok pri izviri izven jame in v slapu nad Otešo kaj spremenil oziroma zmanjšal. Ker je ostal na obeh mestih isti, sklepamo, da stene jezera do globine 2,5 m ne prepuščajo vode. Prav tako je tudi dognano, da je dno jezera do t. 2 vododržno.

Zatem smo po izpraznitvi bazena do najnižje možne gladine obarvali preostalo vodo s fluorescinom pri t. 3 in 4. Ker pri izviri izven jame nismo ugotovili nobenih sledi barve, smo mnenja, da so sfene in dno jezera vododržne tudi v globinah pod 2,5 m. Hkrati smo

mogli zaradi nizke vode podrobno skicirati prečne profile jezera (priloga V). V večjih globinah se jezero hitro poglablja in se pojavljajo pod tenkoploščatimi apnenci že apnenci z roženci, ki jih tako kot v ostalih delih jame križajo strme razpoke. Ker te pri akumulaciji lahko izzovejo motnje, bo treba stalno opazovati in meriti pretoke v jami in pri izvirih izven nje.

Pri praznjenju in polnjenju bazena smo beležili višino vodne gladine v enakomernih časovnih presledkih. Tako smo sestavili ustrezni krivulji. Pol krivulje, ki ponazarja polnjenje bazena, je shematične, ker dviganje gladine ponoči nismo opazovali. Krivulja praznjenja kaže, da je 515 m^3 vode izteklo v 2 urah 17 minutah, kar da hitrost iztoka 63 l/s . Pritok v jezero je potemtakem znašal $9,4 \text{ l/s}$, kar je zelo blizu našim meritvam (11 l/s). Razlika v pritokih je nastala zato, ker je del vode že odtekel iz jezera po zunanji poti in se je takrat krivulja polnjenja poravnala z absciso.

Količine vode v Akulovovem jezeru smo izračunali s pomočjo izobat. Ker sega začetna šoba vodovodne cevi $2,5 \text{ m}$ globoko v vodo, je koristno uporabne vode 515 m^3 . Pod šobo torej ostane 230 m^3 vode, ki bi se dala izkoristiti s poglobitvijo šobe in podaljšanjem vodovodne cevi do najglobljega mesta v jezeru med t. 2 in 3.

Po potrebi je mogoče povečati sedanje vodne rezerve tudi z gradnjo pregrade na mestu preseka A—A' (za t. 1). Z vsakim polmetrskim dvigom gladine bi se te povečale za približno 150 m^3 . Ker pa je treba pregrado postaviti na skalno dno, bi morali odstraniti sedimente (ilovico, prod in mivko, pomešano s podornim skalovjem) v začetnem delu jezera. Vendar se lahko primeri, da s pregrado ne bi dosegli zaželenega cilja, ker prispeva prav glinasti material največ k vododržnosti bazena. Rešitev s pregrado torej terja podrobno tehnično obdelavo.

Problem povečanja vodnega dotoka v Akulovovo jezero. Ker smo ugotovili, kako se pretaka voda po jami, bi lahko zbrali vodo, ki prihaja iz sifona v Spodnji rov, pred t. 32 s pol do en meter visoko pregrado, nakar bi jo po ceveh usmerili mimo t. 31. g in f skozi Dvorano. Zaradi nevarnosti, da bi visoke vode odplavile cevi, jih je treba v Dvorani položiti po jarku, ki se naj ureže v skalno dno trase. Cevovod bi dalje napeljali po Vodnem rovu skozi sedanji 2 m široki sifon, ki ga je treba prebiti. Da bi se izognili možnim izgubam vode, se naj napeljejo cevi mimo t. 17 in 16 do t. 15, kjer bi tok zopet izkoristil naravno strugo do Akulovovega jezera.

Zaključek

Kraško jamo Skakavac pri Miljevini v jugovzhodni Bosni smo teden dni raziskovali z namenom, da zagotovimo mlademu rudarskemu naselju dovolj pitne vode, ki je je dotlej tu primanjkovalo. Pri reševanju vodnogospodarskih problemov seveda nismo mogli zanemariti osnovnih raziskovalnih postopkov kraškega pod-

zemlja kot so to izmera jame, geološka, morfološka in hidrološka proučitev, pa tudi ne pregleda površja nad jamo, ker je bilo le od čimbolj vsestranskega študija pričakovati uporabnih izsledkov. Do važnih teoretskih in gospodarskih rezultatov smo prišli z naslednjim vrstnim redom dela.

1. Jamo smo na novo izmerili in izdelali načrt vseh dostopnih rogov v merilu 1 : 250. Izmerjeni floris se bistveno razlikuje od načrta, ki ga je pet let prej izdelal Inštitut za istraživanje krša »Jovan Cvijić« v Beogradu.

2. Proučili smo geološke razmere v jami. Ta je v petrografske različne apnencih, ki so različno primerni za zakrasovanje in so se zato v njih razvili različni podzemeljski prostori. Apnenci gradijo položno antiklinalo. Njeno teme je razglajeno v največjem prostoru Skakavca, Dvorani. Vodni tok je izdelal svojo strugo v pretežno dinarski smeri skladov in prelomov ter v prečno dinarsko usmerjenih razpokah.

3. Ugotovili smo, da je pri sklepu jame ob sifonu močan izvir vode. Ta teče po jami, vendar se je na poti proti izhodu (Akulovovemu jezeru) polovica izgubi. Z barvanjem smo dognali, da pride izgubljena voda na dan v izviri pod jamskim vhodom.

4. Na razvoj Skakavca so vplivali geološka zgradba, padavinski režim in mladoterciarni razvoj ozemlja zahodno od Drine. Jamski sistem delimo glede na hidrografske funkcije v nižje, mlajše še aktivne in v višje, starejše neaktivne prostore, katerih vloge so se dopolnjevale v odvisnosti od nizkih in visokih voda.

5. Površje nad jamo gradijo močno zakraseli triadni apnenci, kjer so še sledovi nekdanjega površinskega pretakanja vode. Padavinsko zbirno področje obsega okrog 10 km². Natančnejše omejitve in popolnejših hidrografskih podatkov nismo podali, ker še ni ustreznih geoloških, speleoloških, niti kakih drugih obdelav širše okolice.

6. Na osnovi ugotovljenih podatkov o jamskem sistemu Skakavca smo lahko podali najbolj ekonomično rešitev, da se povečajo vodne količine v Akulovovem jezeru. Uprava rudnika v Miljevini je predlog osvojila. Pitne vode je zdaj dovolj in bo zadoščala še, ko bo imelo naselje 5000 prebivalcev. S tem so se vse naše predpostavke, dobljene po temeljitem študiju zmotanega podzemeljskega sistema, izkazale kot pravilne.

7. Pri raziskovanju jame so se odprli tudi nekateri problemi, katerih rešitev je odvisna od nadaljnjega študija Skakavca in njegove okolice. Tako n. pr. pomanjkljivi podatki ne dopuščajo natančnejšega pogleda v hidrografske razmere okolice jame in njene povezave z njo. Domnevamo, da so v jami še višji, doslej neznani rovi, in da so onkraj sifonov še neodkriti prostori. Nadaljnja nova odkritja rogov kjerkoli v sistemu Skakavca morejo znatno prispevati k rešitvi hidrografskih problemov.

Zdaj, ko priteka voda po umetni poti v Akulovovo jezero, so najnižje ležeči in razvojno najmlajši aktivni rovi verjetno suhi. Tako je torej dana možnost, da поближе proučimo skrivnosti vodnega pretakanja. Spoznanje teh rogov v najnižji etaži, ki je pod akumulacijskim jezerom, mora tu biti trajna naloga. Kajti po teh kanalih bo tekla voda iz jezera, ko njegovo dno ne bo več vododržno. Zato bo treba s kontrolo vodnih množin pri izvirih pred jamo stalno zasledovati propustnost dna zbiralnika, ki je najvažnejši člen tega vodovodnega sistema.

Résumé

LA GROTTÉ SKAKAVAC

Situation et description de la grotte. Les hautes montagnes de la région sud-est de la Bosnie — Jahorina, Treskavica, Lelija et Zelengora — forment la bordure du plateau karstique Boriša que les affluents gauches de la Drina divisent en plusieurs unités plus petites. Au centre de ce plateau, non loin de Foča, se trouve un bassin tertiaire avec l'agglomération minière Miljevina. Ce bassin est traversé par la rivière Bistrica, alimentée par les eaux des versants septentrionaux de la Zelengora. Les lits de ces cours d'eau sont creusés dans des schistes et, dans une plus grande mesure encore, dans des calcaires. Les affluents les plus importants sont la Govza et la Oteša. La Oteša, qui s'écoule par un cañon, reçoit de la surface l'affluent Trebičina, et de la grotte karstique Skakavac un ruisseau du même nom.

L'entrée de la grotte Skakavac se trouve à l'altitude 690 m, c'est-à-dire 120 m au-dessus de l'Oteša, à peu près au milieu de sa rive droite verticale, haute de quelque 200 m, qui s'élève vers le plateau de Stubice, Gromile et Gole Rude; les précipitations de ce plateau alimentent le Skakavac. Le plateau possède une superficie d'env. 10 km² de terrains karstifiés, composés de calcaires triasiques, variés du point de vue pétrographique. Ces calcaires non stratifiés sont traversés par des diaclases et des failles qui courent du NE au SW. Dans les calcaires en plaques minces, qui ne se prêtent pas aussi bien à la karstification, s'est conservé l'ancien lit du ruisseau. On y a trouvé des galets de silex et de grès. La troisième variété pétrographique représentent les calcaires à cornes. De nos jours, le plateau ne possède aucun écoulement en surface, les précipitations trouvent donc un chemin souterrain vers le Skakavac.

Dans le système hydrographique du Skakavac, il y a des galeries où l'eau coule toujours, des galeries à activité intermittente et des galeries toujours sèches. La longueur totale des galeries est 912 m.

Les galeries actives sont représentées par le Lac Akulov (Akulovovo jezero), la Galerie d'Eau (Vodni rov) et la Galerie Inférieure (Spodnji rov). Le lac s'étend de l'entrée de la grotte vers l'intérieur, il est long de 79,3 m. Il n'est jamais à sec et il sert de réservoir d'eau au village de

Miljevina. L'endroit le plus profond (7,5 m) se trouve entre les points 2 et 3. Le lac est alimenté par l'eau qui arrive par la Galerie d'Eau, longue de 162 m. Jusqu'au point 7, cette galerie est un prolongement du lac vers l'Est, mais au delà de ce point, son fond s'élève de 5° et l'eau coule dans un lit; là où la galerie tourne de SW vers SE en formant des coudes, l'eau stagne en des trous plus profonds. Au p. 18 la galerie est fermée par un siphon large de 2 mètres. Le prolongement de cette galerie au-delà du siphon n'est accessible que du côté de la Salle (Dvorana). De la Salle part vers SE une galerie basse, la Galerie Inférieure, qui se termine par un siphon.

Les galeries à activité intermittente: la Salle, la Galerie Supérieure (Zgornji rov) et la Galerie de Communication (Zvezni rov). L'eau n'y circule que lorsque son niveau est assez élevé. La Salle (points 24—27) est une cavité longue de 45 m, large de 9 m et haute de 10 m qui relie les galeries du côté Est et celles du côté Ouest. L'entrée de la Galerie de Communication se trouve dans le prolongement de la Salle vers l'Est; cette galerie forme un coude au point 28, puis elle se dirige vers le Sud et aboutit à la Galerie Inférieure. Dans la Galerie de Communication se trouve un siphon périodique qui absorbe les eaux lorsqu'elles sont élevées. La Galerie Supérieure part de la Salle vers le Sud, à 6 m au-dessus de son fond. Après un parcours de 44 m, des blocs de calcaire barrent tout progrès. Là se trouve, près de la paroi gauche, un creux de 3 m rempli d'eau.

Le système des galeries toujours sèches se compose du Canal Sec (Suhi kanal), de la Galerie Tortueuse (Zaviti rov), de la Galerie Boueuse (Blatni rov) et de la plus grande partie de la Galerie Aiguë (Ostri rov). Ces galeries nous aident à comprendre la formation de la grotte. Le Canal Sec qui s'ouvre 14 m au-dessus du p. 7 est long de 121 m et il va dans la direction ENE. L'entrée de la Galerie Boueuse se trouve également au p. 7, en haut d'un degré de 3 m. Les premiers 15 m, la galerie se dirige vers SW, puis elle tourne vers E et débouche, après un parcours de 50 m, dans la Salle. L'entrée de la Galerie Tortueuse, longue de 119 m, se trouve dans la paroi gauche de la Salle et 7 m au-dessus de son sol. La Galerie Aiguë commence elle aussi à gauche de la Salle, 9 m au-dessus de son sol. Elle se termine à une crevasse orientée NE—SW dont le fond est rempli d'eau.

La géologie de la grotte. Dans la grotte elle aussi nous avons constaté des calcaires variés du point de vue pétrographique. Les calcaires en plaques forment l'entrée de la grotte, la cavité du Lac Akulov et celle de la Galerie d'Eau jusqu'au p. 9, ainsi que la voûte et le côté gauche de la Salle, la première et la dernière partie de la Galerie Boueuse, de la Galerie Tortueuse et du Canal Sec. L'épaisseur des plaques est entre 10 et 30 cm. Les stratifications sont orientées presque partout de NE vers SW et s'inclinent, en pente douce, vers NW et SE. On rencontre souvent de petits plis et des flexures. Les diaclases courtes se limitent chacune à une seule couche, tandis que les diaclases plus longues déterminent l'orientation de certaines sections de la grotte. Les calcaires stratifiés à cornes forment la Galerie d'Eau, la Galerie Boueuse, certaines parties de la Salle, de la

Galerie Tortueuse, de la Galerie Inférieure, de la Galerie Aiguë et de la Galerie Supérieure. Les cornes se présentent en forme de nodules et de couches minces. Les strates des calcaires ont la direction dinarique et s'inclinent vers SW et vers NE. Elles forment un anticlinal dont l'axe se trouve dans la direction dinarique; dans la Salle, la voûte de cet anticlinal est dénudée. La plupart des failles ont elles aussi la direction dinarique; les blocs qui se trouvent au NE des failles se sont affaissés. La Galerie d'Eau ainsi que les dernières parties de la Galerie Supérieure, de la Galerie Inférieure et de la Galerie Aiguë sont creusées dans des calcaires non-stratifiés. Ces calcaires présentent des diaclases transversales, élargies en des crevasses qui se dirigent de NE à SW. Là se trouvent trois siphons d'alimentation.

Tous les calcaires sont d'âge triasique, mais leur résistance à l'érosion et à la corrosion a donné des résultats variés. Les profils des galeries creusés dans des calcaires en plaques sont rectangulaires, plus hauts que larges, et la roche y est relativement imperméable. Dans les calcaires à cornes les galeries sont soit basses et larges, soit hautes et étroites, ce qui dépend surtout de la direction des strates, des diaclases et des failles. Dans les calcaires non-stratifiés les cavités sont toujours étroites et très hautes, et leur direction suit celle des diaclases. Les strates des calcaires triasiques forment un anticlinal dont l'axe va de NW vers SE. La plus grande cavité de la grotte, la Salle, s'est formée à la voûte de cet anticlinal.

Les sédiments. Le sol de toutes les cavités de la grotte Skakavac est recouvert d'une couche assez mince de galets, de gravier et de sable provenant de grès rouge et apportés de la surface par l'eau. Dans le Canal Sec, dans la Galerie Tortueuse et dans la Galerie Boueuse il y a un limon rouge et gras qui n'est que de la terra rossa imbibée d'eau. Cette terre qui recouvre les terrains au-dessus de la grotte arrive dans le souterrain par des crevasses verticales. La grotte ne possède aucun stalactite ou stalagmite, mais l'eau stagnante a déposé une croûte calcaire au fond et aux parois du Lac Akulov. On trouve cette croûte aussi dans la Galerie d'Eau, mais elle y présente des traces d'érosion. Jadis, le lac Akulov s'étendait plus loin vers le fond de la grotte.

L'hydrologie de la grotte Skakavac. Toute la région qui alimente le système hydrographique de la grotte donne à la source, qui se trouve dans la grotte même, un débit moyen de 200 l/s. Comme ce débit dépend de la quantité des précipitations qui varie avec les saisons, il s'élève ou s'abaisse de 11 à 20 fois. En août 1961, le débit était de 24 l/s, mais toute cette eau disparaissait au point g de la Galerie inférieure. Un essai de coloration a montré que la moitié de cette eau apparaissait de nouveau au point f8 de la Galerie d'eau, et le reste dans les sources qui se trouvent 36 m au-dessous de l'entrée de la grotte. Cette constatation fut d'une importance décisive pour la solution des problèmes concernant le captage des eaux. La vitesse d'écoulement variait entre 3,3 cm/s et 5 cm/s, ce qui est une vitesse caractéristique des cours d'eau karstiques en période d'étiage. Mais lorsque les eaux sont en crue, elles se comportent autrement. Les niveaux d'eau derrière les siphons aux points 52, 58 et 53 sont reliés à la manière des

vases communicants, mais en période de crue ce système ne fonctionne pas, puisque les siphons sont trop étroits. Au point 52 dans la Galerie Aiguë l'eau monte rapidement et se déverse par le ressaut près du point 45 vers la Galerie Inférieure qu'elle atteint au point 52. Là, elle s'unit à l'eau qui arrive du siphon près du point 33. Les eaux réunies s'écoulent par la Galerie Inférieure, mais entre les points g et f la voûte s'abaisse tellement qu'elle leur barre le passage; une partie de l'eau trouve donc le chemin vers la Galerie de Communication où elle disparaît presque entièrement dans un gouffre absorbant temporaire. Dans la Salle, les eaux de la Galerie Inférieure, de la Galerie Supérieure et, en partie, de la Galerie de Communication se réunissent et pénètrent dans cette partie de la Galerie d'Eau (située entre les points a et e) qui est d'habitude sèche. C'est seulement à partir du p. 18 que les eaux hautes et les eaux basses coulent de la même manière. D'après notre opinion, le mécanisme hydrologique tellement compliqué de la grotte Skakavac est une conséquence de la structure géologique très variée, ainsi que de l'activité érosive et corrosive de l'eau qui varie selon la quantité de celle-ci. Le débit du cours souterrain est abaissé progressivement surtout par de longues périodes où le niveau de l'eau reste bas. D'autre part, les dépôts calcaires et les autres sédiments au fond du Lac Akulov s'opposent à la pénétration de l'eau dans les étages inférieurs, ce qui est une des raisons pour lesquelles le cours d'eau de la grotte Skakavac reste suspendu 100 m au-dessus du lit de la rivière Oteša.

La morphogénèse de la grotte Skakavac. Les analyses géologiques, morphologiques et hydrologiques nous ont prouvé que les diverses galeries de ce système souterrain sont fonctionnellement liées l'une à l'autre. Ce fait est confirmé par la circulation de l'eau dans les galeries actives et dans celles à activité intermittente. Les galeries qui sont de nos jours continuellement à sec ont pourtant joué elles aussi un rôle dans la formation de la grotte. Dans une phase d'évolution fort ancienne, la Galerie Supérieure, la Galerie Tortueuse (excepté sa ramification près du p. 71 et jusqu'au p. 80) et le Canal Sec ont formé une galerie unique par laquelle l'eau s'écoulait vers la sortie. Mais lorsque le cours souterrain eut creusé un lit plus profond et trouvé un raccourci menant de la Salle directement au lac, le grand détour entre la Galerie Tortueuse et le Canal Sec fut éliminé, et la communication entre la Galerie Tortueuse et la Galerie Supérieure interrompue; celle-ci pourtant reprend sa fonction en période de grande crue. Mais comme l'érosion et la corrosion ne cessent d'approfondir les voies de l'eau, notamment dans les sections terminales de la grotte, ce processus karstique devra être pris en considération lors de toute intervention future dans le système hydrologique de la grotte.

Solution des problèmes hydrotechniques. Des essais de vidage, de remplissage et de coloration de l'eau du lac ont prouvé que son fond et ses parois étaient imperméables. Le lac contient normalement 785 m³ d'eau, mais l'aménagement actuel ne permet d'en utiliser que 515 m³. Pour pouvoir disposer de toute l'eau du lac, il faudrait prolonger le tuyau de puisage, de manière qu'il plonge jusqu'au point le plus profond de ce réservoir naturel. Nous proposons également de diriger l'eau qui se perd maintenant

en route, entre les sources et la sortie de la grotte, artificiellement vers le lac. Bien que la quantité de l'eau dans ce bassin d'accumulation n'en soit pas augmentée, les tuyaux pourront y puiser le double de la quantité actuelle.

Conclusions. Avant de résoudre les problèmes théoriques et hydro-techniques de la grotte karstique Skakavac, nous avons dû accomplir un certain nombre de travaux préparatoires:

D'abord, nous avons établi le plan de toutes les galeries accessibles de la grotte et nous avons étudié ses conditions géologiques, morphologiques et hydrologiques. Des essais de coloration nous ont montré comment l'eau circulait dans la grotte même et où se trouvaient ses sources extérieures. En analysant la morphogénèse de la grotte, nous avons établi la distinction entre les galeries inférieures (actives, vivantes), et les galeries supérieures (plus anciennes, fossiles). La surface au-dessus de la grotte est karstifiée et quelque 10 km² de ces terrains alimentent la grotte en eau. La quantité de cette eau varie selon les précipitations et les saisons. A base de nos conclusions théoriques nous avons pu proposer la solution la plus économique qui permettrait d'utiliser toute l'eau de cette grotte. Notre proposition fut acceptée, ce qui permet de vérifier la justesse de nos suppositions.

Literatura

- Cvijić J., Podzemna hidrografija i morfološka evolucija karsta. Posebno izdanje Srpskog geografskog društva, sv. 34, Beograd 1957.
 Nabholz W. K., Untersuchungen über Faltung und Klüftung im nord-schweizerischen Jura. Eclogae Geol. Helvetiae, Vol. 49, N° 2, Basel 1956.
 Petrović J., Pećina Skakavac. Tipkopis, Beograd 1956.
 Šerko A., Barvanje ponikalnic v Sloveniji, Geogr. vestnik. Ljubljana 1946.
 Razni elaborati o miljevinskem vodovodu, Arhiv Rudnika »mrkog ugljena«, Miljevina.

BIOLOŠKE NAJDBE V SKAKAVCU

(Z 2 slikama v besedilu)

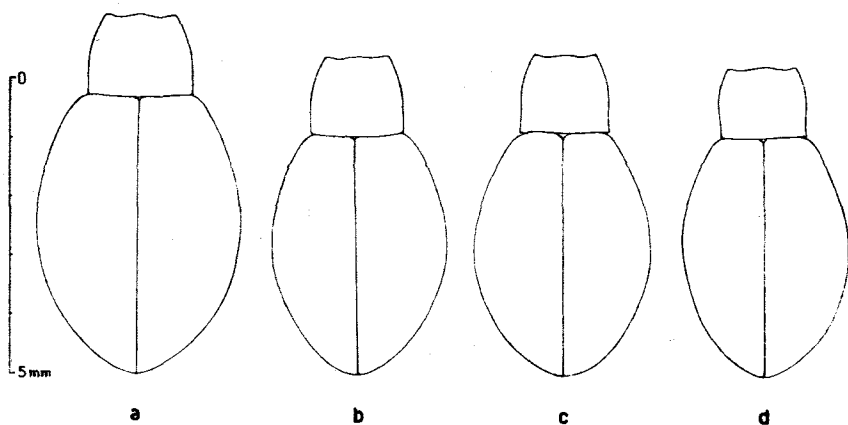
EGON PRETNER

Skakavac, vodno jamo pri Miljevini v jugovzhodni Bosni, sem biološko raziskoval leta 1956. Našel sem tu dva nova troglobionta: *Macrochaetosoma drinae* Strasser (1962, 445) in novo podvrsto hrošča

Apholeuonus nudus subsp. *petrovići* nov.

Maxima (7 mm) *et largissima* (3,45—3,5 mm) *statura*, *basi pronoto evidentissime largiore apice*, *lateribus pronoti ante angulos posticos rectis*, *haud emarginatis*, *antennis robustissimis* ab *A. nudo* Apfelbeck *et eius subsecibus differt*.

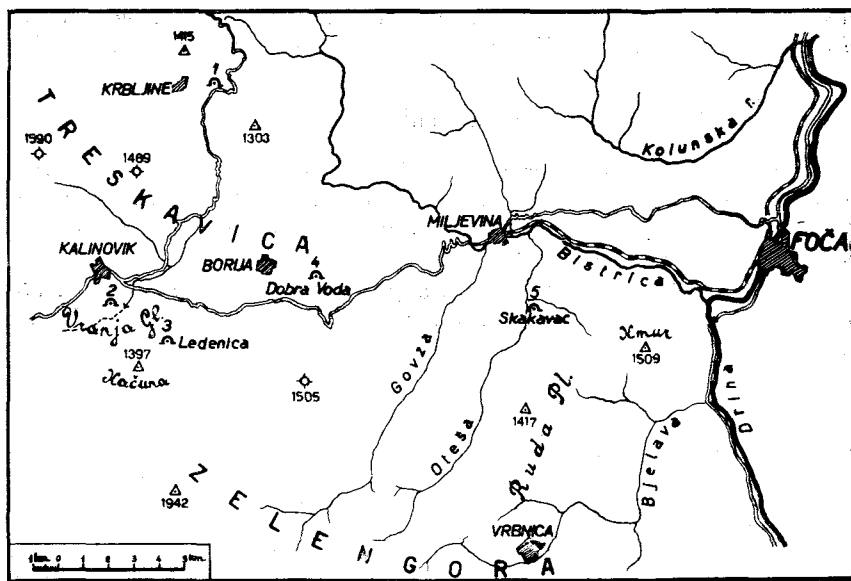
Habitat antrum »Skakavac« in angustis rivi Oteša, situm in declivitate septentrionali montis Ruda Planina apud Miljevina (Bosnia orientalis).



Sl. 1. — Fig. 1. — *Apholeuonus nudus* a) subsp. *petrovići* nov., b) subsp. *sturanyi* Apfelbeck, c) subsp. *cryophilus* Jeannel, d) subsp. *nudus* Apfelbeck

To je največji *Apholeuonus* (7 mm) z najširšima pokrovkama (3,45—3,5 mm) in najdebelejšima tipalnicama, tako da je videti kot posebna vrsta. Ker pa je osmi člen tipalnic precej daljši od polovice devetega člena in ker ima gredelj srednjega oprsja velik, ob osnovi širok zob, jo imamo za novo podvrsto vrste *A. nudus* Apfelbeck. Od vseh njegovih podvrst se loči že po velikosti in širini (sl. 1 a). *A. nudus* subsp. *nudus* Apfelbeck (sl. 1 d) ima osnovo vratnega ščita le malo bolj široko kot je njegov sprednji rob. Vrh tega je vratni ščit ob

straneh pred zadnjima ogloma lahko vleknjen ali skoraj raven. Pri novi podvrsti pa je ta ob osnovi znatno širši od sprednjega roba in je pred zadnjima ogloma ob straneh popolnoma raven; tudi tipalnici sta razločno debelejši. *A. nudus* subsp. *winkleri* Jeannel (5,5 mm) in subsp. *cryophilus* Jeannel (5,5–6 mm; sl. 1 c) sta manjša; ob osnovi je njun ožji vratni ščit pred zadnjima ogloma lahno, vendar jasno vleknjen. *A. nudus* subsp. *sturanyi* Apfelbeck (sl. 1 b) je že nekaj večji



Sl. 2. — Fig. 2. — Razprostranjenost vrste *Apholeuonus nudus* Apfelbeck. Distribution de l'*Apholeuonus nudus* Apfelbeck: 1 Pečina pri Krblijinah — subsp. *nudus* Apfelbeck, 2 Pečina na Vranji Glavi — subsp. *winkleri* Jeannel, 3 Ledenica na Kačuni — subsp. *cryophilus* Jeannel, 4 Pečina Dobra Voda — subsp. *sturanyi* Apfelbeck, 5 Pečina Skakavac — subsp. *petrovići* nov.

(6–6,5 mm); ima debelejši tipalnici in le nekaj ožji vratni ščit, tako da je morfološko in geografsko najbližji novi podvrsti.

Tega novega hrošča sem našel 26. januarja 1956 v 5 primerkih na steni v Skakavcu. Nadaljnje 3 primerke je tu ulovil R. Gospodarič 23. avgusta 1961. Poimenoval sem ga po J. Petroviću, s katerim sem takrat sodeloval pri raziskavanju Skakavca.

Na zemljevidni skici (sl. 2) so označene vse doslej znane jame, kjer živi *Apholeuonus nudus*.

Résumé

DÉCOUVERTES BIOLOGIQUES DANS LA GROTTÉ SKAKAVAC

Je découvre dans cette grotte deux nouveaux troglobiontes: le diplopode *Macrochaetosoma drinae* Strasser (1962, 445) et le coléoptère *Apholeuonus nudus* subsp. *petrovići* nov. (voyez la diagnose latine!). C'est le plus grand et robuste *Apholeuonus*, long de 7 mm et large de 3,5 mm, avec antennes très robustes, avec le prothorax à la base considérablement plus large qu'au sommet et aux bords latéraux rectilignes, non sinués en arrière (fig. 1 a).

Literatura

- Apfelbeck V., 1889, Neue Höhlenkäfer aus Südbosnien. Speluncarum coleoptera nova e Bosnia meridionali. (Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, Sarajevo, I., 61—64).
- 1906, Die südbosnischen Apholeuonus-Arten. (Societas entomologica, Zürich, XXI, 113, 114).
- Jeanne R., 1911, Revision des Bathysciinae. Biospeologica XIX. (Archive de Zoologie expérimentale et générale, 5^e Série, Tome VII, 508).
- 1924, Monographie des Bathysciinae. (L. c., Tome 63, 333).
- Strasser K., 1962, Diplopoden aus Bulgarien und Jugoslawien. (Senckenbergiana, Frankfurt a. M., Bd. 43.)

BIOSPELEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U SRBIJI*

(Sa 2 slike u tekstu)

EGON PRETNER

* O istem predmetu je avtor imel referat na II. kongresu biologov Jugoslavije (Beograd, 7.—10. februarja 1962). Zato je prispevek napisan v srbohrvaščini.

Srbija, koja ima mnogo zanimljivih, zaslugom J. Cvijića po-
znatih pećina, je u našoj zemlji biospeleološko najmanje istražena.
Skrećem pažnju osobito mlađim biolozima na to područje, gdje će
sistematskim istraživanjem sigurno postići mnogo uspeha i time oboga-
titi našu biološku nauku. Ova zadaća je čak nužna osobito s razloga,
što su dosada uglavnom strani biolozi, a ne domaći, proučavali pećin-
sku faunu Srbije.

J. Müller iz Trsta opisao je (1904, 41) prvu koleopteru *Bathyscia serbica*, sada *Magdelainella serbica*, koju je otkrio H. Neumann iz Graza u nekoj pećini kod Čačka, po Jeannelu (1924, 75) u brdu Ovčar. P. S. Pavlović opisao je god. 1913 prvog pećinskog puža *Paladilhopsis serbica* iz Čočinog vrela kod ušća Dervente u Drinu.

God. 1923 organizirao je Rumunjski speleološki institut u Klužu ekskurziju u pećine Srbije pod rukovodstvom R. Jeannela. U njoj su učestvovali P. A. Chappuis, A. Magdelaine, A. Winkler i S. Stanković (Jeannel i Stanković, 1924, 91). Tom prilikom istražili su u Istočnoj Srbiji 9 pećina u oblasti Kučaj planine i 3 u oblasti Svrljiga, u Zapadnoj Srbiji 5 pećina u Užičkim, 3 u Dragačevskim i 3 u Valjevskim planinama. Glavna pažnja ovih biologa bila je usredsređena na koleoptere i rakove. Na osnovu sakupljenog materijala Jeannel je opisao nove koleoptere naime tri nove vrste roda *Duvalius*, novu vrstu roda *Magdelainella* i *Pholeuropsis*, Chappuis 8 novih kopepoda, Racovitza izopoda *Stenaseillus gjorgjevići*, a Folkmannová novog hilopoda *Oligobothrus petnicensis*. Imali su i namjeru, da posjete Sandžak, ali su ih upozorili na opasnost sa strane albanskih bandita.

Žandarmerija u Budjevu je god. 1930 P. A. Rémyju (1953, 225) iz istog razloga zabranila odlazak na Peštersko polje. Ipak je god. 1931 na Rémyjevu inicijativu A. Bischoffu, polazećim iz Tirane, uspelo da tu istraži nekoliko pećina. God. 1933 su Rémy i R. Husson posetili 17 pećina u Sandžaku, neke od njih i na Pešterskem polju. Ovi su biolozi ovdje otkrili niz novih koleoptera: novi genus *Remyella*. Jeannel sa tri vrste, dve nove vrste roda *Proleonhardella*, novu *Magdelainella* i novog skakavca *Troglophilus brevicauda* Chopard.

Do god. 1959, dakle čitavih 26 godina, nitko nije više istraživao faunu pećina u Srbiji. Istom ove godine je ekipa Instituta za raziskovanje krasa SAZU u Postojni istražila Prekonošku pećinu kod Svrljiga. U njoj sam otkrio novog diplopoda *Serboiulus lucifigus* Strasser (1962, 50—53) i novu vrstu koleoptera iz roda *Duvalius*. Ovom pri-

likom posetio sam i nekoliko drugih pećina u svrljiškoj okolini i kod Ravnice. U Ravničkoj pećini našao sam novog diplopoda *Bulgarosoma crucis* Strasser (1960, 118), a u Mirkinoj pećini kod Ravanice *Typhloiulus albanicus* Attems (Strasser, 1962, 54). Ovo nalazište je najsevernije za tog diplopoda.

Biološki inštitut SAZU u Ljubljani organizirao je u junu 1960 god. ekskurziju u Istočnu Srbiju. U njoj su učestvovali J. Bole, J. Carnelutti, J. Matjašič, B. Sket i ja. Istražili smo kod Jabukovca Široku i Malu pećinu i jamu Ududoj, kod Šubika dve Paučića pećine i Dudića pećinu, kod Majdanpeka pećinu Vale Fundata, Rajkovu i Paskovu pećinu, a na Kučaj planini Bogovinsku, Djevojačku, Zlotsku pećinu i pećinu Vernjikicu. U Bogovinskoj pećini našao je Sket izopoda *Stenasellus gjorgjevići* Racovitza, a u Vernjikici sakupio sam nekoliko primeraka diplopoda *Bulgarosoma crucis* Strasser. Taj živi također u Zlotskoj pećini (leg. D. Gavrilović). U Širokoj pećini i u bunaru manastira Vratna našao je Sket izopoda *Asellus spec.* Bogatu faunu Zlotske pećine u ulaznoj dvorani sasvim je uništio buldožer time, što je snizio u njoj tlo za skoro dva metra. Ovim materijalom iz pećine izgradili su terasu ispred ulaza u nju.

U augustu iste godine istražio sam sa D. Gavrilovićem i N. Manojlovićem 15 pećina i jama na Tari planini i 3 pećine kod Stapara. Biološki material još nije obrađen.

Svi dosadašnji pisci tvrde da je pećinska fauna Srbije veoma siromašna, osobito ako ju uporedimo sa faunom susjednih zemalja Bosne i Hercegovine, Transilvanije i Bugarske. Na žalost nitko još nije pokušao da pomoću mamca ovdje sakupi podzemnu faunu. Mnogo puta nisam kod prvog posjeta neke pećine uhvatio ni jednog troglobionta, dok sam ih kasnije sa mamcem ulovio u velikom broju! Sve dosadašnje biološke ekskurzije bile su više ili manje samo informativnog karaktera. Pitam se da-li zaista nema u Istočnoj Srbiji ni jednog predstavnika batiscina (koleoptera)? Suprotna je analogija u Makedoniji, gdje poznamo iz pećina predstavnike samo batiscina a nijednog trehina (koleoptera).

Subgenus *Paraduvallius* Knirsch, kome pripadaju *Duvallius stan-kovitchi* i *winkleri* Jeannel iz Istočne Srbije, zastupan je sa nekoliko vrsta u Staroj planini u Bugarskoj (Jeannel, 1928, 430—444). Diplopod *Bulgarosoma bureschi* Verhoeff opisan je iz pećine Ledenik kod Vratce, a *B. crucis* Strasser, druga vrsta tog roda, iz Kučaj planine. *Stenasellus gjorgjevići* Racovitza živi također u Bugarskoj (subsp. *lakatnicensis* Buresch). Prema tome čine Istočna Srbija i Stara planina jedno faunistično područje.

Posebnu troglobiontnu faunu ima Prekonoška pećina na Svrljiškoj planini, koja se nalazi na području razprostranjenosti diplopoda *Typhloiulus* i koleoptere *Paraduvallius*. Za novog diplopoda postavio je Strasser (1962, 50) novi genus *Serboiulus*, a novi *Duvallius bolei* Pretner stavio sam zasada k subgenusu *Duvallius* s. str.

Pećinska fauna Zapadne Srbije je dinarska. To dokazuju rodovi koleoptera *Magdelainella*, *Proleonhardella* i *Pholeunopsis*, koji žive pretežno u Bosni, Hercegovini i Crnoj gori (Jeanne l, 1924, 73—76, 242—245, 255—260). Endemit Sandžaka je koleoptera *Remyella* Jeanne l sa tri vrste. Čini mi se, da je *Duvalius cvijići* Jeanne l iz Murtenice planine, kojeg je Jeanne l (1928, 553) uključio u subgenus *Neoduvalius*, ovdje tuđi elemenat.

Ovdje navodim spisak pećinskih endemita Srbije.

Pećinski endemiti Srbije

Gastropoda

Paladilhiosis serbica Pavlović (1913) Čočino vrelo

Crustacea

<i>Canthocamptus elaphoides</i> Chappuis (1924)	Ravanička pećina
<i>C. georgevitchi</i> Chappuis (1924)	Sveta Voda, Megara Mladenovića
<i>Ceuthonectes serbicus</i> Chappuis (1924)	Ravanička i Petnička pećina
<i>Cyclops stygius</i> Chappuis (1924)	Zlotska pećina
<i>Moraria stankovitchi</i> Chappuis (1924)	Prekonoška pećina
<i>Nitocrella hirta</i> Chappuis (1924)	Ravanička pećina, Megara Mladenovića
<i>Parabathynella stygia</i> Chappuis (1926)	Sveta voda
<i>Parastenocaris jeanneli</i> Chappuis (1924)	Velika pećina (Murtenica planina)
<i>Asellus</i> spec.	Široka pećina i bunar u manastiru Vratna
<i>Stenasellus gjorgjevići</i> Racovitza (1924)	Ravanička, Sisovačka i Bogovinska pećina

Arachnoidea

Chthonius bidentatus Beier (1938, 1939) Petnička pećina

Myriapoda

<i>Bulgarosoma crucis</i> Strasser (1960, 1962)	Ravanička i Zlotska pećina, pećina Vernjikica
<i>Serboiulus lucifugus</i> Strasser (1962)	Prekonoška pećina
<i>Oligobothrus petnicensis</i> Folkmanova (1935)	Petnička pećina

Apterygogenea

<i>Lepidocyrtus serbicus</i> Denis (1933)	Velika pećina (Grgaje)
<i>Entomobrya pazaristei</i> Denis (1933)	Pećina kod Pazarišta
<i>Megalothorax remyi</i> Denis (1933)	Tubića pećina
<i>Plusiocampa denisi</i> Condé (Remy, 1953, 226)	Spela Maja Hajne

Orthoptera

<i>Troglophilus brevicauda</i> Chopard	Bjeloševačka pećina
----------------------------------------	---------------------

Coleoptera

<i>Duvalius (Neoduvalius) cvijići</i> Jeannel (1923)	
subsp. <i>cvijići</i> Jeannel	Murtenica planina
subsp. <i>stopićensis</i> Jeannel (1923)	Stopića pećina
<i>Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi</i> Jeannel (1923)	
subsp. <i>stankovitchi</i> Jeannel	Ravanička pećina
subsp. <i>georgevitchi</i> Jeannel (1923)	Zlotska pećina
subsp. <i>devojensis</i> Jeannel (1923)	Djevojačka pećina
<i>D. (P.) winkleri</i> Jeannel (1923)	Pećina Ravna peć
<i>D. (s. str.) bolei</i> Pretner spec. nov.	Prekonoška pećina
<i>Magdelainella hussoni</i> Jeannel (1934)	Špela Maja Hajne
<i>M. serbica</i> J. Müller (1904)	Pećina u Ovčaru
<i>M. winkleri</i> Jeannel (1934)	Murtenica planina, Užice
<i>Proleonhardella hirtella</i> Jeannel (1934)	Popova pećina
<i>Pr. remyi</i> Jeannel (1934)	Bjeloševačka pećina
<i>Pholeunopsis magdelainei</i> Jeannel (1934)	Megara Mladenovića
<i>Remyella puncticollis</i> Jeannel (1934)	Ledenica u brdu Ostrvica, Pećina u vrh livade Radoes
<i>R. scaphoides</i> Jeannel (1931)	Velika pećina (Grgaje)
<i>R. propiformis</i> Winkler (1933)	
subsp. <i>propiformis</i> Winkler	Spela Maja Hajne
subsp. <i>borensis</i> Winkler (1933)	Spela Bores
subsp. <i>hussoni</i> Jeannel (1934)	Pećina u Hamidovoj vrti

Priključujem opis nove vrste koleoptere iz familije *Carabidae*, *Duvalius* (s. str.) *bolei* iz Prekonoške pećine (sl. 1). Nova vrsta čini se, da je srodna vrsti *D. cvijići* Jeannel (1923, 10) s. Murtenice planine. Ova vrsta naime ima također debelu glavu sa dubokim i kompletnim

brazdama na čelu, središnju grupu tačaka uz rub elitre (série ombiliquée) daleko straga i sličan središnji kopulacioni organ kao nova vrsta (sl. 2 b). *D. bolei* se razlikuje od nje time što je tijelo nešto dulje (5,6 mm), glava veća, vanjski kraj štita iza prednjih uglova više zakružen, što su elitre kraće, samo jedan i po puta duže od širine te je vidljivih samo 5 uzdužnih pruga na svakoj elitri; vanjske pruge su izčezle i apeks muškog kopulacionog organa nije ravan, nego nešto ukrivljen nagore (sl. 2 a).

Pošto traže međunarodni propisi opis nove životinje u nekom svetskom jeziku, vidi opis nove vrste u rezimeju.

Résumé

LES RECHERCHES BIOSPÉOLOGIQUES EN SERBIE

La faune cavernicole de la Serbie est très peu explorée. J. Müller a décrit (1904, 41) le premier coléoptère cavernicole, *Bathyscia*, maintenant *Magdelainella serbica*, et de P. S. Pavlović (1915) nous avons la description du premier gastéropode cavernicole *Paladilhopsis serbica*.

En 1925 l'Institut de Spéologie de Cluj a organisé, sous la direction de R. Jeannel, une campagne biospéologique en Vieille Serbie (Jeannel, 1925, 1; Jeannel et Stanković, 1924, 91). Vingt-trois grottes ont été explorées au cours de ce voyage, en Serbie orientale dans les massifs de Kučaj planina et Svrljiška planina, en Serbie occidentale dans la Murtenica planina et aux environs de Čačak et d'Užice (Jeannel et Racovitza, 1929, 514—524). Les biologistes ont recueilli cinq coléoptères cavernicoles et endogés nouveaux (Jeannel, 1923, 1—12; 1924, 258 et 260; 1934, 97), huit Copépodes nouveaux (Chappuis, 1924 et 1926) et un isopode nouveau du genre *Stenasellus* (Racovitza, 1924, 90).

B. Folkmannová a décrit en 1935 un chilopode nouveau.

En 1931, A. Bischoff de Tirana a visité quelques grottes du Peštersko polje. En 1933, P. A. Rémy et R. Husson ont exploré 17 grottes du Sandjak (également dans le Peštersko polje). Ces biologistes ont découvert plusieurs coléoptères nouveaux: le genre *Remyella* Jeannel avec trois espèces, deux espèces nouvelles du genre *Proleonhardella*, une *Magdelainella* nouvelle et l'Orthoptère nouveau *Troglophilus brevicauda* Chopard.

Ce n'est qu'en 1959, après un intervalle de 26 ans, qu'une équipe de l'Institut de Recherches karstiques de l'Académie Slovène des Sciences et Arts à Postojna a exploré la grotte Prekonoška pečina près de Svrljig. J'y ai découvert un genre nouveau de diplopode, le *Serboiulus lucifugus* Strasser (1962, 50—53); et le *Duvalius* (s.str.) *bolei* spec. nov., dans la Ravanička pečina le diplopode *Bulgarosoma crucis* Strasser (1960, 118), et j'ai recueilli dans la Mirkina pečina près de Ravanica le *Typhloiulus albanicus* Attems (Strasser, 1962, 54).

En 1960, l'Institut biologique de l'Académie Slovène à Ljubljana a organisé une excursion biospéologique en Serbie orientale, à laquelle participaient J. Bole, J. Cernelutti, J. Matjašić, B. Sket et E. Pretner. Ils ont exploré les grottes près de Jabukovac, Štubik, Majdanpek et quatre grottes dans la Kučaj planina. B. Sket a recueilli dans la Bogovinska pećina l'isopode *Stenasellus gjorgjevići* Racovitza et moi dans la grotte Vernjikica près de Zlot l'isopode *Bulgarosoma crucis* Strasser, qui vit aussi dans la Zlotska pećina (leg. D. Gavrilović). Dans la Široka pećina près de Vratna et dans le puits du monastère de Vratna Sket a pêché un isopode, *Asellus* spec. Malheureusement, la faune dans la salle d'entrée de la Zlotska pećina, appelée aussi Lazareva pećina, où le *Duvalius stankovičchi* subsp. *gjorgjevičchi* Jeannel n'était pas rare, est détruite à présent, parce que, pendant les travaux d'aménagement de la grotte pour les visites touristiques, un bulldozer a abaissé le sol de deux mètres.

En août de la même année j'ai exploré avec D. Gavrilović et N. Manojlović 15 grottes et avens dans la Tara planina et 3 grottes près de Stapari en Serbie occidentale.

La faune de la Serbie, en la confrontant avec celles de la Bosnie et de l'Herzégovine, de la Transylvanie et de la Bulgarie, résulte très pauvre. Mais toutes les excursions et explorations biospéologiques étaient plus ou moins de caractère informatif. J'ai exposé des appâts seulement dans la Prekonoška pećina! Mais je crois qu'avec des appâts on trouvera dans la Serbie orientale aussi des *Bathysciinae* (coléoptères).

La Serbie orientale et la Stara planina (monts Balkans) en Bulgarie forment un territoire faunistique unique, où on trouve les *Paraduvalius*, la *Bulgarosoma* et le *Stenasellus gjorgjevići*.

La faune de la Prekonoška pećina dans la Svrljiška planina est tout à fait particulière. Pour le diplopode de cette grotte Strasser a créé le genre nouveau *Serboiulus* (1962, 50) et le *Duvalius* nouveau n'est pas un *Paraduvalius*, je le place provisoirement dans les *Duvalius* s. str.

La faune de la Serbie occidentale appartient à la faune dinarique, ce que prouvent les coléoptères *Magdelainella*, *Proleonhardella*, *Pholeunopsis* et le diplopode *Apfelbeckia* Verhoeff (de la Tara planina), lesquels vivent surtout en Bosnie, Herzégovine et Monténégro. Le genre *Remyella* Jeannel est endémique dans le Sandjak.

J'ai cité ci-dessus dans le texte serbo-croate les endémistes cavernicoles de la Serbie. Voilà la description du *Duvalius* nouveau de la Prekonoška pećina.

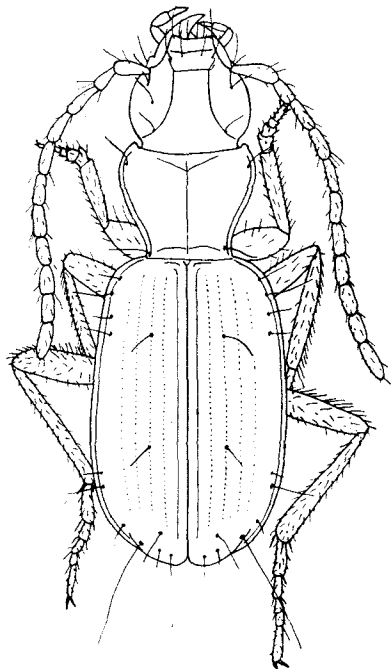
Duvalius bolei spec. nov.
(Coleoptera — Trechinae)

J'ai appâté le 26 mai 1959 un *Duvalius* au fond de la grotte Prekonoška pećina sur la Svrljiška planina en Serbie orientale. Je croyais avoir pris le *Duvalius* (*Paraduvalius*) *winkleri* Jeannel, connu de la grotte Ravna peć, à 500 mètres de la Prekonoška pećina. Quelle fut ma surprise quand, par la suite, j'ai constaté que ce *Duvalius* représentait une nouvelle espèce qui ne fait pas partie du sousgenre *Paraduvalius*!

Long de 5,6 mm, coloration brunâtre brillante, tégument glabre, seulement les pieds et les antennes pubescents (fig. 1).

Tête très volumineuse, orbiculaire, avec tempes très renflées, aussi large que longue, plus large que le bord antérieur du pronotum avec sillons frontaux profonds et complets. Yeux totalement atrophiés, le trait préoculaire forme un trait brunâtre. Deux soies frontales de chaque côté.

Pronotum cordiforme, transverse, rétréci à la base qui est plus étroite que le sommet, avec côtés très arrondis en avant, nettement sinués avant



Sl. 1. — Fig. 1. — *Duvalius* (s. str.) *bolei* Pretner ($\times 12,5$)

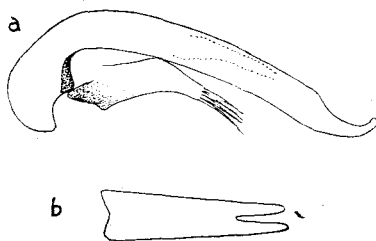
les angles postérieurs, un peu saillants en dehors, à gouttière marginale étroite. Deux soies prothoraciques normales de chaque côté.

Élytres amples, subparallèles, un peu élargis en arrière, à peu près une fois et demie plus longs que larges, à cinq stries ponctuées visibles, les externes effacées, avec une dépression de la région basale et humérale; épaules anguleuses, peu saillantes, arrondies. Les quatre fouets huméraux de la série ombiliquée équidistants, le premier et deuxième accolés à la gouttière marginale, le troisième et quatrième nettement écartés de la gouttière marginale. La distance entre les deux groupes, huméral et moyen de la série ombiliquée, est plus longue que le double de la longueur du groupe huméral. Deux soies discales sur la troisième strie, la première au niveau du quatrième fouet, la deuxième avant le niveau du groupe moyen de la série ombiliquée.

Les antennes, assez robustes, dépassent un peu le milieu du corps. Tibias antérieurs non sillonnés.

L'organe copulateur mâle (fig. 2) assez long, grêle, le bulbe basal coudé presque à angle droit, partie apicale longue, un peu arquée, le bec est légèrement retroussé. Pièce copulatrice hyaline, bifide.

Je ne peux pas ranger cette espèce parmi les espèces du sousgenre *Paradupalus* bien qu'elle vive dans l'aire de ce sousgenre. Chez les *Paradupalus* les téguments sont hérissés de poils plus ou moins longs, la tête est peu volumineuse, le groupe moyen de la série ombiliquée est assez rapproché au milieu de l'élytre, la distance entre les deux groupes, huméral et moyen de la série ombiliquée, n'atteint pas le double de la longueur du groupe huméral. Chez le *Dupalus bolei* le tégument est tout à fait glabre.



Sl. 2 — Fig. 2. — *Dupalus* (s. str.) *gogalai* Pretner: a penis — organ copulateur ($\times 35$), b središnji kopulacijski organ — pièce copulatrice ($\times 70$)

la tête est très grosse, à tempes saillantes, le groupe moyen de la série ombiliquée se trouve au niveau du dernier quart de l'élytre, la distance entre les deux groupes, huméral et moyen de la série ombiliquée, est plus longue que le double de la longueur du groupe huméral.

Je rapproche provisoirement ce *Dupalus* de *D. cvijići* Jeannel de la Murtenica planina en Serbie occidentale. Le *D. bolei* en diffère par les caractères suivants: il est plus long (5,6 mm), la tête est plus grosse, les côtés du pronotum sont plus arrondis en avant, les élytres sont plus courts, à peu près une fois et demie plus longs que larges, à seulement cinq stries ponctuées visibles, le bec de l'organe copulateur mâle est légèrement retroussé, la pièce copulatrice hyaline et analogiquement bifide comme chez le *D. cvijići*.

Jeannel range (1928, 553) le *D. cvijići* parmi les espèces du sousgenre *Neodupalus* malgré la présence de sillons frontaux complets. Je suis d'avis que le *D. cvijići* est un élément étrange au sousgenre *Neodupalus* dont les sillons frontaux sont toujours incomplets. Il vaut peut-être mieux placer les deux espèces dans le sousgenre *Dupalus* s. str. dont les espèces sont à des stades évolutifs divers, quoique les *D. bolei* et *cvijići* soient les seuls chez lesquels le troisième et le quatrième fouet de la série ombiliquée soient distinctement écartés de la gouttière marginale. Je dois faire observer que le *D. cvijići* est localisé dans l'ouest de la Serbie sur un contrefort de la chaîne Dinarique (Murtenica planina), tandis que le *D. bolei* vit dans

l'est de la Serbie sur un contrefort des Monts Balkans. La découverte d'autres espèces avec les mêmes caractères génériques demandera peut-être l'introduction d'un sousgenre spécial.

Literatura

- Beier M., 1938, Vorläufige Mitteilung über neue Höhlenpseudoscorpione der Balkanhalbinsel. (Studien aus dem Gebiete der allgemeinen Karstforschung, der wissenschaftlichen Höhlenkunde, der Eiszeitforschung und den Nachbargebieten, Brünn, Biologische Serie Nr. 3, 1—8).
- 1939, Die Höhlenpseudoscorpione der Balkanhalbinsel. (L. c., Biologische Serie Nr. 4, 1—83).
- Chappuis P. A., 1924, Descriptions préliminaires de Copépodes nouveaux de Serbie. (Bull. Soc. Scienc. Cluj, II, 2^e partie, 1—12).
- 1926, Parabathynella stygia, n. g. n. sp., nouveau crustacé cavernicole de la Serbie orientale. (L. c., III, 2^e partie, 7—10).
- Chopard S., 1934, Diagnoses d'Orthoptères cavernicoles nouveaux. (Bull. Soc. ent. Fr., 137—139).
- Denis J. R., 1933, Collemboles récoltés par M. P. Rémy en Yougoslavie et en Macédoine grecque. (L. c., XXXVIII, 211—215).
- 1935, Collemboles récoltés en Yougoslavie et en Macédoine grecque par M. Paul Rémy en 1930. (Annal. Soc. ent. Fr., CIV, 329—344).
- Folkmannová B., 1935, Nové druhy stonožek čeladi Lithobiidae z balkanských jeskyn. (Příroda, Brno, XXVIII, číslo 6—7, separat 1—8).
- Jeannel R., 1923, Descriptions préliminaires d'Anophthalmes nouveaux de Serbie. (Bull. Soc. Scienc. Cluj, II, 2^e partie, 1—12).
- 1924, Monographie des Bathysciinae. Biospeologica L. (Arch. Zool. expér. génér., tome 63, 1—436).
- 1928, Monographie des Trechinae. (L'Abeille, XXXV, 1—808).
- 1931, Bathysciinae nouveaux recueillis par M. Rémy dans les grottes du Novi-Pazar. (Bull. Soc. zool. Fr., LVI, 258—266).
- 1934, Bathysciinae recueillis par M. M. Rémy et R. Husson dans le Sandjak de Novi-Pazar et la Macédoine grecque. (Rev. Fr. Ent., I, 89—103).
- Jeannel R. et Racovitza E. G., 1929, Enumération des grottes visitées 1918—1927 (7^e série). Biospeologica LIV. (Arch. Zool. expér. génér., tome 68, 514—542, Yougoslavie).
- Jeannel R. i Stanković S., 1924, Prilog poznavanju pećinske faune i pećina u Srbiji. (Glas srpske kraljevske akademije, Beograd, CXIII, prvi razred 50, 91—107).
- Müller J., 1904, Zwei neue Höhlensilphiden von der Balkanhalbinsel. (Münchner Koleopt. Zeitschr., II, 38—42).
- Pavlović P. S., 1913, Pećinski puž Lartetia serbica n. sp. (Glasnik srpske kraljevske akademije, Beograd, CXI, 71—73).
- Racovitza E. G., 1924, Diagnoses des genres Asellus et Stenasellus et des descriptions de deux Stenasellus nouveaux. (Bull. Soc. Scienc. Cluj, II, 2^e partie, 81—92).
- Strasser K., 1960, Diplopoden aus Alpen-, Apenninen- und Balkanländern. (Fragmenta entomologica, Roma, III, 95—140).
- 1962, Die Typhloiulini (Diplopoda Symphyognatha). (Atti Museo Civico di Storia Naturale — Trieste, XXIII, fasc. I, N. 1, 1—77).
- 1962, Diplopoden aus Bulgarien und Jugoslawien (Senckenbergiana, Frankfurt a. M., Bd. 43, 437—470).
- Winkler A., 1933, Zur Kenntnis der Blindkäfer Albanien, Jugoslawiens und Rumäniens (Trechinae, Bathysciinae). (Coleopt. Rundschau, XIX, 71—78).

Aus dem Zoologischen Institut der Universität München

Leiter: Prof. Dr. H.-J. AUTRUM

ZUR KENNTNIS EINES ÖKOTOPS
VON *PROTEUS ANGUINUS*
LAUR. 1768

von
WOLFGANG BRIEGLEB

A. EINLEITUNG

Der Lebensraum des Olms ist durch die besonderen Eigenschaften des Dinarischen Karstes gekennzeichnet, wo in einem Gebiet von etwa 5600 km² Größe einige Hauptvorkommen bestehen, die zum Teil zusammenzuhängen scheinen. Die charakteristischen geologischen und klimatischen Züge dieses Karstes sind gleichzeitig mit den Veränderungen entstanden, die dem Olm das Leben in den Oberflächengewässern unmöglich gemacht haben. Dem unterirdischen Biotop hat sich der Olm derart angepaßt, daß wiederholte Ansiedlungsversuche in anderen Karstgebieten, z. B. in der Rübelander Hermannshöhle, bisher gescheitert sind.

Man sollte erwarten, daß ein so extrem dem Höhlenleben angepaßtes Wassertier konstanter Umweltbedingungen bedarf. Solche sind allerdings in den typischen Wasserhöhlen des Karstes, die herkömmlicher Weise als Olm-Ökotop gelten, keineswegs zu finden. Die großen Schwankungen von Temperatur (mediterrane Sommer, kontinentale Winter) und Niederschlag (Dürre und ortstypische Überschwemmungen) teilen sich den unterirdischen Bezirken durch die Flußschwinden vielerorts mit. Auch biologische Faktoren, wie Raubfeinde, Nahrungskonkurrenten, Parasiten und Krankheiten können durch die unterirdischen Ableitungen der in ihrem Entstehungsgebiet oberirdischen (Fremd-) Flüsse an den Olmfundort herangetragen werden.

»Fremdflüsse« des Dinarischen Karstes entstehen — daher der Name — zumeist in angrenzenden geologischen Formationen. Zum Beispiel hat die bei Postojna im Karst verschwindende Pivka ihr Einzugsgebiet überwiegend in dolomitischen Flysch. Der Ausdruck Fremdfluß kennzeichnet in unserem Zusammenhang ferner einen gewissen biologischen Gegensatz zwischen dem Oberflächengewässer und dem aus grundwasserartigen Quellen gespeisten »Kluftsohlenwasser«.

Die Inkonstanz der Lebensbedingungen im Bereich der Fremdflußhöhlen einerseits, die eingeschränkte ökologische Valenz des Olms andererseits, scheinen zu bewirken, daß der Olm in den vorderen Bereichen der Fremdflußhöhlen nicht gefunden wird, während er in den tieferen Bereichen solcher Höhlen mehr oder weniger regelmäßig auftritt. Damit ist keineswegs gesagt, daß diese Höhlenteile den eigentlichen Olm-Ökotop darstellen. So werden (nach Hochwasser) Olme nicht nur in den Karstquellen wieder zu Tage

tretender Fremdflüsse gefunden, sondern kommen häufig auch in solchen Karstquellen ans Tageslicht, deren Einzugsgebiet rein unterirdisch gelegen ist.

Die geomorphologische Struktur des Karstes zwingt zu der Auffassung, daß neben den mehr oder weniger abgegrenzten Fremdflußhöhlen umfangreiche Kluftsysteme bestehen, deren Wasserfüllung (Kluftsohlenwasser) aus dem versickernden Niederschlag ausgedehnter Einzugsgebiete herrührt. Daraus ergibt sich die Annahme, daß der Schwerpunkt des Olm-Ökotopt in derartigen unberührten Klüften liegt, in denen die Lebensbedingungen den Ansprüchen des Olms besser entsprechen als in den Fremdflußhöhlen.

Am Anfang einer Untersuchung der Ökologie des Olms stehen somit zwei Problemkomplexe: 1. Wie kann man Aussagen über den Umfang der Kluftsysteme gewinnen, über die in ihnen herrschenden Lebensbedingungen sowie über ihre Besiedlung durch den Olm? 2. Wie läßt sich entscheiden, in wieweit die zugänglichen Gewässer (Fundorte des Olms) als Ökotopt zu bezeichnen sind?

Diese Fragen lassen sich nur zum Teil aus schon gesammelten klimatischen und geologischen Kenntnissen beantworten. Zur Ergänzung waren Untersuchungen im Gebiet des Olm-Vorkommens erforderlich. Die Abgrenzung des Olm-Ökotopt war von Grund auf zu untersuchen, da zusammenhängende Erhebungen über die Ökologie des Olms noch nicht angestellt worden sind.

Durch Exkursionen in verschiedene Höhlen wurde der Charakter der wasserführenden Systeme in Bezug auf das Olmvorkommen untersucht. Dabei ließen sich durch systematische Olmfänge Unterlagen über den Aufbau der Population gewinnen. Bei zwei der unternommenen Exkursionen traf es sich glücklich, daß extreme Bedingungen des Außenklimas besonders aufschlußreiche Beobachtungen hinsichtlich der den Olm-Ökotopt gestaltenden Faktoren möglich machten.

Herr Prof. Dr. H. K a h m a n hat diese Arbeit angeregt; ihm danke ich für sein ständiges Interesse am Fortgang derselben. Ferner danke ich Herrn Prof. Dr. J. S c h w a r t z k o p f f für die kritische Durchsicht der Arbeit während längerer Abwesenheit meines Doktorvaters.

Zu besonderem Dank bin ich auch dem Leiter des Instituts für Karstforschung in Postojna, Herrn Dr. R. S a v n i k und seinen Mitarbeitern sowie Herrn I. M i c h l e r und Herrn Prof. Dr. J. H a d ž i (Jugoslawien) für vielseitige Unterstützung bei den Untersuchungen im Olm-Ökotopt verpflichtet.

B. EINFÜHRUNG IN DIE LITERATUR

Für das Verständnis des Lebensraumes des Olms ist eine genaue Kenntnis der tektonischen und hydrographischen Verhältnisse des Dinarischen Karstes Voraussetzung. Wesentliche Angaben hierzu finden sich bei L e h m a n n (1932) und M a c h a t s c h e k (1954). Speziell das Höhlensystem von Postojna wird seit mehreren Jahr-

zehnten durch verschiedene Forscher (Schmidl 1854, Martel 1894, und andere) und durch das Institut für Karstforschung in Postojna systematisch erforscht. Aus jüngster Zeit sind die Arbeiten von Michler (1952/1953, 1955), Habe u. Hribar (1955) sowie Michler u. Hribar (1959) hervorzuheben.

Die meteorologischen Einflüsse auf Höhlen des Dinarischen Karstes haben Kenk u. Seliškar (1931) sowie Hawes (1939) untersucht. Hawes kommt zu dem Ergebnis, daß die Überflutungen der Höhlen durch Hochwasser den einzigen Nahrungslieferanten für die aquatile Höhlenfauna bilden.

Mit der Biologie des Olms befassen sich ausführlicher Kammerer (1912), Stieve (1919) sowie Vandel u. Bouillon (1959). Die beiden erstgenannten Autoren sind der Meinung, daß die ihnen bekannten Fundplätze bei Postojna im wesentlichen den Ökotopt des Olms darstellen.

C. ZUR GEOMORPHOLOGIE, HYDRO- UND TOPOGRAPHIE DER UNTERSUCHTEN BIOTOPTYPEN

I. Zur Geomorphologie und Hydrographie des untersuchten Gebietes

Der Schwerpunkt des am besten bekannten und auch hier untersuchten sichtbaren Olmvorkommens liegt in einem Teil des Höhlensystems von Postojna sowie in dem Pivka-Arm der Planinahöhle. Wahrscheinlich bestehen noch unterirdische Verbindungen zu weiteren, nicht näher untersuchten Olmfundstellen in Flußhöhlen und Karstquellen, welche auf anderen Seiten des Javornikgebirges liegen (vgl. Abb. 1). Der Fremdfluß Pivka, der durch den Komplex der Postojnaer Höhlen verläuft, hat vorwiegend in der Flyschzone des Postojnaer Beckens ein Einzugsgebiet, das auf 311 km² geschätzt wird. Dieses »Großpolje« ist von Karstgebirgen bis zu 1268 m Höhe umschlossen, welche sowohl Quellen zur Pivka entsenden, als auch kleinere Gewässer aus dem Flysch in sich aufnehmen.

Im Tertiär haben sich die Kalkformationen des Karstes herausgehoben und tektonisch zerklüftet. Damit wurde die unterirdische Entwässerung dieses Gebietes eingeleitet.

Die Flußhöhlen dürften bevorzugt an den Orten ehemaliger oberirdischer Entwässerung des Gebietes durch Erweiterung der Primärklüfte entstanden sein. Wahrscheinlich haben sich die eigentlichen Fremdflußhöhlen vor allem bei niederen und mittleren Wasserständen gebildet, denn das Hochwasser findet auch heute eine große Zahl andersartiger Abflußmöglichkeiten im Karstgestein. Infolgedessen besteht neben den Flußhöhlen auch in den heute vom Hochwasser nicht mehr berührten Teilen der umgrenzenden Gebirge ein erweitertes Klufthöhleensystem. Schließlich hat auch die direkte

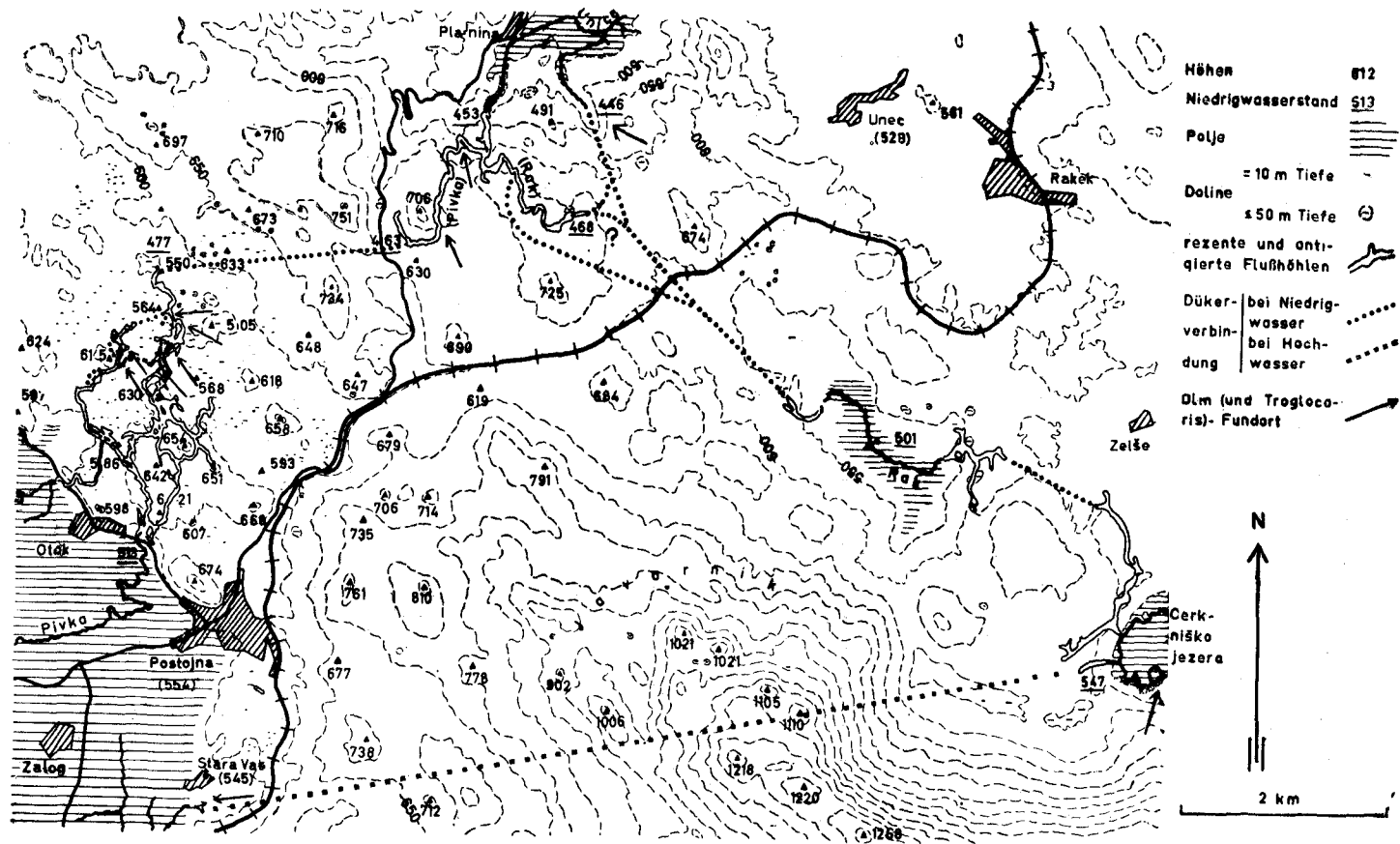


Abb. 1. Übersichtskarte des Javornikgebirges mit angrenzenden Fremdflußhöhlen der Pivka und des Rak. Beachte die Olmfundstellen (→) am Gebirgsrande. Nach Angaben von Michler (1952/53, 1955) sowie Michler und Hribar (1959) und unter Verwendung der »Deutschen Heereskarte« 1 : 25.000 des Gebietes. — Sl. 1. Pregledni zemljevid Javornika s sosednimi jamami Pivke in Raka. Na najdišča človeških ribic opozarjajo puščice (→). Po podatkih Michlerja (1952/53, 1955) kakor tudi Michlerja in Hribarja (1959) in z uporabo nemške vojaške karte te pokrajine 1 : 25.000

Oberflächenentwässerung einen (dritten) Ausweitungsprozeß der Primärklüfte zur Folge gehabt.

Die Pivka hat in ihrem oberirdischen Verlauf durch das Pivkabecken an sich den Charakter eines Niederungsbaches. Dadurch daß nach ihrem Eintritt in den Karst das Wasser mit beträchtlichem Gefälle wie in einem Gebirgsbach abströmt, fehlt aber die für einen Niederungsbach typische gleichmäßige Wasserführung. Sowie die Niederschläge, die dem mediterranen Klima entsprechend sehr unregelmäßig auftreten können, ein gewisses Ausmaß (Schwammwirkung des trockenen Flysches und Karstes) überschreiten, teilen sie sich ungedämpft der Pivka mit, die hierdurch einen ausgesprochen episodischen Charakter erhält. Unabhängig von der Jahreszeit kommt die Wasserzuführung häufig nahezu zum Versiegen. Kurzdauernde Gewitterschauer ändern hieran oft nichts; länger anhaltende Regenfälle führen zu plötzlichem Hochwasser. — Für die Hydrographie unseres Karstgebietes ist ferner das Fehlen eines gemeinsamen Grundwasserhorizontes charakteristisch, wie aus Trinkwasserbohrungen hervorgeht.

Im Gegensatz hierzu besteht in einem Teil des Klufthöhle systems des an das Pivkabecken grenzenden Javornikgebirges eine vom meteorologischen Wechsel weitgehend unberührte Quellwasserführung (Kluftsohlengewässer). Diese Kluftsohlengewässer münden teilweise in das Fremdflußhöhlensystem und werden hier zugänglich.

II. Zur Topographie und Hydrographie der untersuchten Biotope

1. Allgemein.

Nach den Angaben der Literatur, die sich im wesentlichen mit den freundlichen Mitteilungen der Kollegen am Postojnaer Karstforschungsinstitut decken, ist nur ein Teil der Gewässer des umfangreichen Postojnaer Höhlensystems als sichere Olmfundstelle anzusehen. Diese und andere aussichtsreich erscheinende Gewässer haben wir systematisch untersucht. Es handelt sich um (vgl. Abb. 2): zwei Zuflüsse im Magdalenenschacht, den Perkov rov, den Vilharjev rov, den »Wassergang« in der Črna jama, den rechten Anfangssiphon (r. A. S.) der Pivka jama, ferner Abschnitte des Pivka-Niedrigwassergerinnes im Verlauf der Magdalena jama und Pivka jama. Außerdem wurden weitere Höhlen in der Umgebung von Postojna untersucht, unter anderen der Pivka-Arm in der Planinska jama (vgl. Abb. 1), die kleine Höhle bei Stara vas und die Höhle Jama na Kremenici am südlichen Rande von Postojna.

Die Magdalena jama und die Pivka jama nehmen bei Niedrigwasser das Gerinne der Pivka (Doppelpfeile in Abb. 2) auf. Bei Hochwasser (gestrichelte Pfeile) wird das Pivkagerinne durch einen Teil der oben genannten Abschnitte in einer noch zu schildernden

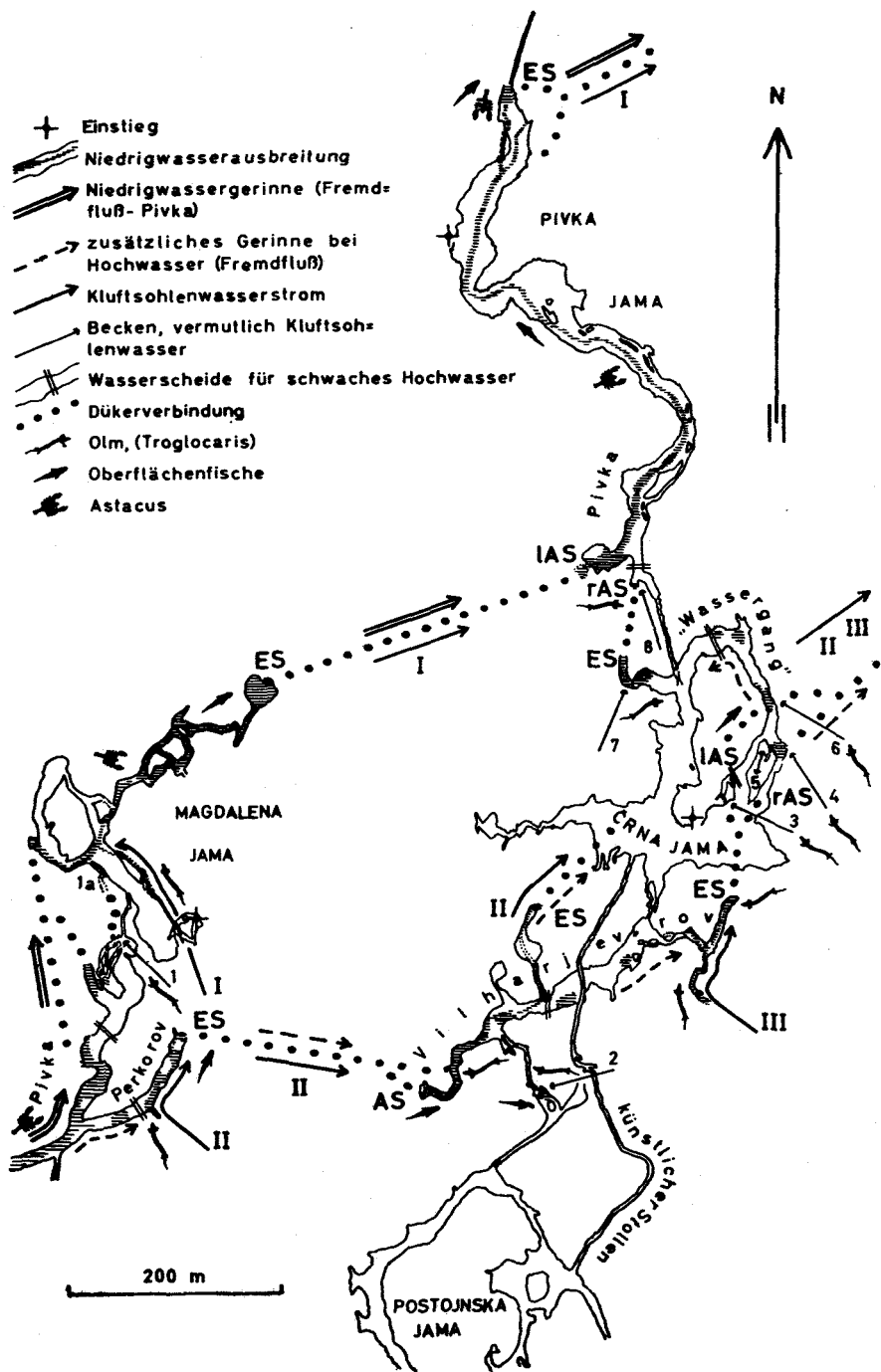


Abb. 2 — Sl. 2

Weise entlastet (s. Abb. 2). In alle diese Höhlenteile treten Kluftsohlenwasser-Zuflüsse ein. Aber nur Zufluß I (vgl. Abb. 2) mündet direkt in den Pivka-Fremdfluß. Die anderen Zuflüsse (II und III) geben (bei Niedrigwasser) ihre Schüttung zweifellos nicht direkt an die Pivka ab. Dieses Kluftsohlenwasser verschwindet in nord-östlicher Richtung auf die Planinska jama zu, in der auch die Pivka in ihrem weiteren Verlauf wieder sichtbar wird. In allen Höhlengängen finden sich, auch bei Niedrigwasser, persistierende Becken, die häufig die ganze Breite des Raumes einnehmen und bis zu 6 m tief sein können. In einem Teil dieser Becken findet man Olme. Die Gestalt der Becken und der bei Niedrigwasser weitgehend trocken liegenden Gänge lassen durch meterhohe Treppen die sprunghafte Erodierung waagerecht verlaufender Gesteinsschichten erkennen. Lehmablagerungen sowie kleinere und größere Verbrüche variieren das Bild. Die Lehmablagerungen sind, soweit sie rezent und dann meist im Zusammenhang mit Hochwasser entstehen, von feinsten organischen Partikeln durchsetzt. Damit gewinnen sie für die Lebensbedingungen in den Höhlen eine besondere Bedeutung.

Der Höhlenverlauf wird einerseits durch die von tektonischen Kräften verursachten Primärklüfte im Gestein, andererseits von dessen Schichtung bedingt. Wo diese fällt oder steigt, treten Düker mit Druckströmung bzw. offene Gerinne auf. Wo offene Gerinne von höheren Höhlenteilen mit starkem Gefälle abfließen, herrscht »schießende Strömung« mit bedeutender mechanischer und korrosiver Wirkung. In diesen Bezirken entstehen weiltumige Gänge (oft auch Verbrüche) mit kreisförmigem Querschnitt. Solchen Abschnitten steht in den tief gelegenen Höhlenteilen eine äußerst schwache Strömung gegenüber. Durch sie wird das Gestein vorwiegend chemisch korrodiert. Dies hat eine Ausdehnung der tiefgelegenen Kluftspalten, bevorzugt in horizontaler Richtung, den chemischen Eigenschaften der Gesteinsschichten entsprechend, zur Folge. Diese Beschreibung gilt nur für Niedrigwasser. Von Hochwasser werden auch höher gelegene Gangabschnitte mit kreisförmigem Querschnitt

Abb. 2. Hydrographie des Höhlensystems von Postojna mit Fundortangaben von Höhlenbewohnern und Gästen (Ausschnitt aus Westteil, Karte Abb. 1). Beachte, daß der Fremdfluß (Pivka) bei Niedrigwasser (==>) nur durch die Westschleife des Höhlensystems rinnt, bei Hochwasser zusätzlich (----->) den Ostteil überströmt, der sonst den Kluftsohlengewässern vorbehalten ist. Nach eigenen Beobachtungen und Angaben von Michler (1952/53, 1955), sowie Michler u. Hribar (1959). — Sl. 2. Hidrografija postojnskega jamskega sistema s podatki o najdiščih troglobiontov in trogloksenov (izrez iz zahodnega dela zemljevida sl. 1). Pomembno je, da se pretaka tuja reka (Pivka) pri nizki vodi (==>) le po zahodni vijugi jamskega sistema. Le ob visoki vodi se preliva tudi (----->) v njegov vzhodni del, ki je sicer področje zgolj jamskih, to je s površja preniklih voda. Po lastnih opazovanjih in po Michlerjevih (1952/53, 1955) kakor tudi po Michler-Hribarjevih (1959) podatkih

erfüllt. Dies scheint aber keinen grundsätzlichen Einfluß auf die Art der Höhlenbildung zu haben, für die die »Normalbedingungen« des Niedrigwassers verantwortlich sein dürften.

2. Einzelheiten der untersuchten Höhlen.

Ein Teil des Postojnaer Höhlensystems wird von der **Magdalena jama** gebildet, die auf zwei Wegen befahren werden kann: Einmal folgt man dem Lauf der Pivka von der etwas näher gelegenen Otoška jama oder von Postojna her. Eine zweite Möglichkeit bietet ein direkter Einstieg auf der SO-Seite der Höhle (vgl. Abb. 2). In jedem Fall erfordert die Befahrung der Höhle die Berücksichtigung der Wetterlage, umfangreiche Ausrüstung und die Zusammenarbeit mehrerer erfahrener Höhlenbegeher. Dies gilt nicht für die anderen, hier untersuchten Olmfundstellen.

Uns war es zweimal möglich, an Exkursionen jugoslawischer Forscher teilzunehmen, wobei der direkte Einstieg gewählt wurde. Die Hauptschwierigkeit des Einstieges besteht in der Überwindung eines 40 m hohen Versturzwölbes, aus dessen Kuppel mit Strickleitern der Boden gewonnen wird. Am Boden der Grotte befindet sich der Anfangssiphon eines schwachen Kluftsohlengewässers (Zufluß I), welches zwischen der Höhlenwand und den Blöcken des Versturzes rinnt und in die benachbarte, aber viel tiefer liegende Pivka einmündet. Wenn irgendwo, so ist an dieser Stelle ein Teil des unberührten Kluftsystems des Javornikgebirges zugänglich, in dem eine retrograde Mischung mit dem Wasser der Pivka nicht möglich ist.

An der unmittelbaren Nachbarschaft des Gerinnes ist bemerkenswert, daß das Gestein durch Sickerwässer oder Luftfeuchtigkeit derart korrodiert ist, daß es in der Hand zerbröckelt und schon geringste Erschütterungen große Brocken von den Wänden herunterbrechen lassen. Die höhlenbildende Kraft, auch kleinster Gewässer, durch chemische Korrosion wird hier, wie an kaum einer anderen Stelle, deutlich.

Wenige Meter oberhalb der Einmündung von Zufluß I finden sich in einem Becken eines Seitenganges Trogllobionten. Auch die Morphologie dieses Abschnitts legt die Vermutung nahe, daß es sich um einen weiteren Zufluß (1 a in Abb. 2) von Kluftsohlenwasser handelt. Vermutlich steht dieser, nur etwa 20 m weit begehbare Abschnitt durch einen Düker mit einem größeren persistierenden Becken in Verbindung, das weiter im Süden, abseits des Niedrigwassergerinnes der Pivka, gelegen ist (Pfeil 1 in Abb. 2 weist darauf hin). Dies letzte Becken wird durch einen besonderen, höher gelegenen Gang erreicht. Über dem vermuteten Düker zeigen horizontal verlaufende Spalten einen Weg von Pivka-Hochwasser an. Dieses System steht danach in enger Verbindung zum Fremdwasser der Pivka (Mischungsbereich).

Von dem zuletzt erwähnten persistierenden Becken gelangt man kriechend und kletternd nach Süden in einen weiten Flußhöhlengang mit Versturz, den sogen. Martel-Saal. Dieser grenzt nach SSW an das hier einheitlich Hoch- und Niedrigwasser fassende Pivka-Gerinne. Folgt man diesem aufwärts, zum Teil mit Schlauchbooten, wird der Perkov rov erreicht. Sein zunächst sehr regelmäßig geformter Tunnel zweigt nahezu rechtwinklig von der Haupthöhle ab. In ihm wechseln persistierende Becken mit kleineren Verbrüchen ab. Auf dem ersten Drittel dieses Ganges erhebt sich bei Niedrigwasser eine etwa einen Meter hohe Schwelle; diese Wasserscheide

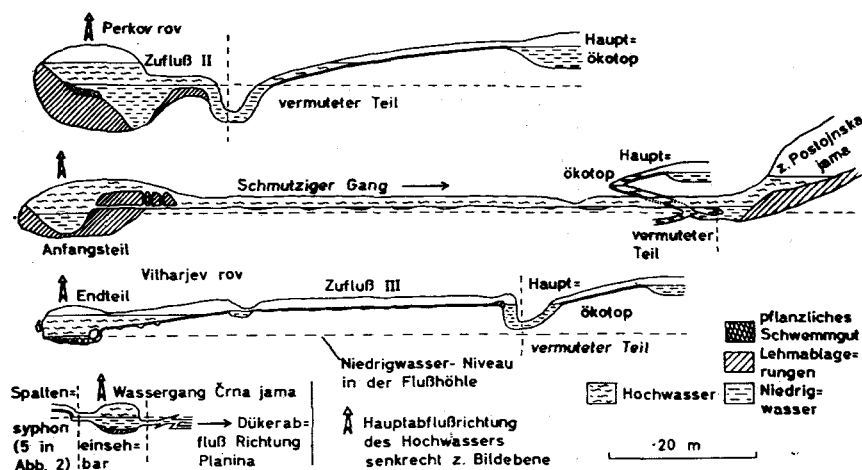


Abb. 3. Eintritt verschiedener Kluftsohlengewässer in die Fremdfußhöhle (Mischungszone), halbschematisch. Die im Text erwähnten Fremdfußhöhlenabschnitte sind jeweils im linken Teil der Abbildung dargestellt. Die Fortsetzung der Höhle verläuft etwa senkrecht zur Bildebene. — Sl. 3. Vstop različnih nadanjih, s površja preniklih voda v tujevodno jamo (cona mešane vode), napol shematično. V besedilu omenjeni tujevodni jamski odseki so prikazani vsakokrat v levem delu slike. Jama se nadaljuje malone navpično na ravnino slike

verhindert den direkten Abfluß des in den hinteren Teil vom Perkov rov einmündenden Kluftsohlenwassers zur Pivka. Dieses (Zufluß II) entströmt in der Mitte des Perkov rov einem etwa 10 m langen, von SO kommenden Gang. Der Anfangssiphon dieses Zuflusses (ca. 2 m tief) ist durch eine bis an die Oberfläche reichende Lehmschwelle von dem 6 m steil in die Tiefe fallenden Hauptbecken des Perkov rov getrennt (vgl. Abb. 3). Da im Bereich dieses Kluftsohlenwassers kein spürbares Gefälle besteht, muß jedes Pivka-Hochwasser, das die erwähnte Wasserscheide übersteigt, den Anfangssiphon von Zufluß II überfluten (Mischungsbeereich). Den Abschluß des Beckensystems vom Perkov rov bildet der Endsiphon; eine Erhöhung der

Gangsohle und ein kleiner Versturz erlauben nur noch dem Kluftsohlenwasser ungehinderten Durchtritt. Diese Verdämmung muß im Falle von Hochwasser dessen überflutende Wirkung auf Zufluß II verstärken (vgl. den Temperaturgang bei Hochwasser, S. 35).

Im Hauptbecken vom Perkov rov fanden wir eine besonders große Schwemmbank von Holzteilchen, die ein Nahrungsreservoir für die dort auftretenden Antrobionten darstellt. Wie weiter unten ausführlich dargelegt wird, ist dieser Grenzbereich (bei Überflutung) zwischen Fremdflußhöhle und Kluftsohlenwasser ein in verschiedener Hinsicht ausgezeichneter Höhlenbiotop. Auch in entsprechenden Teilen anderer Höhlengänge findet man nach Hochwasser Ablagerungen verrottender Pflanzenteile. Gelegentlich kommt es zur Faulschlammabildung.

Da außer dem Perkov rov keine Abzweigung des Pivka-Gerinnes eine ausreichende Kapazität für die im Vilharjev rov bei Hochwasser auftretende Schüttung besitzt, muß angenommen werden, daß der genannte Endsiphon in Dükerverbindung mit dem Anfangsiphon dieses Höhlensystems steht. Auch stimmt bei Niedrigwasser die Schüttungsmenge von Zufluß II im Perkov rov mit der im Anfangsteil vom Vilharjev rov genau überein.

Die gesamten sich hydrographisch an den Perkov rov anschließenden Höhlenteile stehen mit der sogen. Schauhöhle von Postojna in Verbindung (ausgehend von der Črna jama, vgl. Abb. 2). Dadurch sind sie der Beobachtung verhältnismäßig leicht zugänglich; auch schweres Ausrüstungsgerät kann z. T. mit Fahrzeug oder Bahn antransportiert werden.

Über dem Vilharjev rov verläuft ein künstlicher Stollen, welcher die Postojnska jama und die Črna jama verbindet. In ihm läßt sich verschiedentlich die vertikale Entwässerung der Erdoberfläche durch das Karstgestein beobachten. Neben kleinen Spalten finden sich großräumige Schächte, die mit Höhlenlehm ausgefüllt sind, und die somit schwammartige Sickerwasserreservoirs bilden.

Man gelangt in den Vilharjev rov durch einen Kriechgang, über Lehm und Sickerwasseransammlungen (vgl. Abb. 2). Durch diesen wird der Biotop weitgehend vor menschlichen Besuchen geschützt. Nach ergiebigen Regenfällen wird der tiefste Teil des Kriechganges vollständig von Sickerwasser verschlossen. Beobachtungen sind daher nur bis zu mittlerem Hochwasser möglich. Der Kriechgang mündet oberhalb einer steilen Lehmaböschung an der Decke des Vilharjev rov. Gegenüber der Mündung liegt ein Versturz; zwischen diesem und der Lehmaböschung verläuft ein Teil des Hochwassergerinnes des Vilharjev rov. Im Verlauf des Vilharjev rov lassen sich ein hochgelegener Mittelteil (an dessen Ende der Einstieg) und tief gelegene Anfangs- und Endteile unterscheiden.

Auch bei Niedrigwasser können die ersten 120 m des Anfangsteiles nur mit dem Schlauchboot befahren werden. Die selbst bei Hochwasser relativ langsame Strömung hat umfangreiche Lehmablagerungen entstehen lassen, die in der Nähe des Siphons über den Niedrigwasserspiegel ansteigen. Die durchschnittliche Tiefe beträgt

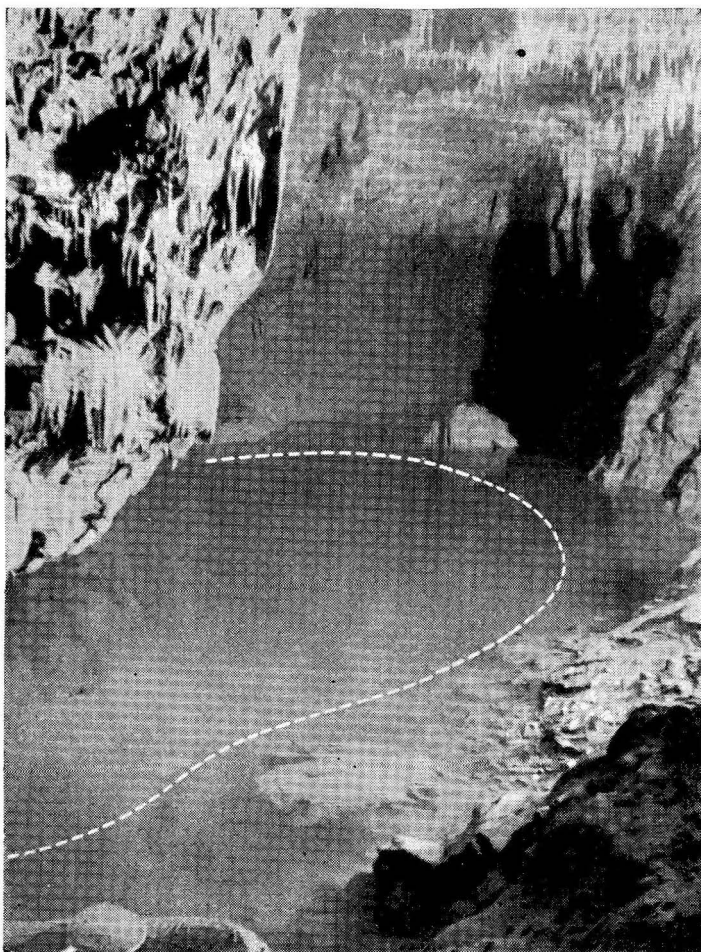


Abb. 4. Mittelteil des Vilharjev rov bei »starkem Hochwasser«. Blick stromauf in Gegend der Abzweigung des Mäuseganges. Umrandung des bei Niedrigwasser isolierten persistierenden Beckens weiß gestrichelt. — Sl. 4. Srednji del Vilharjevega rova v bližini odcepa Mišjega rova pri močno visoki vodi. Pogled po reki navzgor. Prekinjena bela črta označuje mejo kotanje, ki se v njej zadržuje ob nizkem stanju ujeta voda

6 m. Strömungsabwärts endet dieses größte von uns beobachtete persistierende Becken mit einem schmalen Überlauf. Etwa 20 m vorher verringert eine mehrere Meter hohe Unterwasserstufe die Tiefe des Beckens auf $1\frac{1}{2}$ m. Hier läßt sich die Fauna gut beobachten. Auf den Überlauf folgt ein kleineres Becken, an das sich ein kleiner Bach entlang der Gangsohle anschließt. Dieser verschwindet in einem Seitengang nach N, dem »Mäusegang«. Der Anfangsteil des

Mäuseganges ist nur mit dem Boot passierbar, dann erweitert er sich zu einer großen Halle. Unter dem Versturz, der diese gebildet hat, fließt das Wasser verborgen, um erst im Bereich eines neuerlichen Endsiphons des Zuflusses II wieder sichtbar zu werden. Auch am Ende des Mäuseganges finden sich umfangreiche Lehmablagerungen.

Schon vor dem Mäusegang zweigt im Anfangsteil des Vilharjev rov ein Gang und zwar nach SO ab, der »Schmutzige Gang«. An seinem tiefsten Teil (→ 2 in Abb. 2) findet sich ein persistierendes Becken. Vor der Abzweigung des Ganges lassen Trichter in den Lehmablagerungen erkennen, daß Hochwasser aus dem Vilharjev rov den Schmutzigen Gang überflutend durchfließt. Der Verbleib dieses Wassers ist im einzelnen nicht bekannt; es muß ein Dükerabfluß aus dem Becken angenommen werden. Aus dem unten noch zu schildernden Temperaturgang und dem Auftreten von Antrobionten im Becken ist ferner auf eine Verbindung zum Kluftsohlenwasser zu schließen (siehe Abb. 3). Im weiteren Verlauf steigt der Schmutzige Gang stark an und endet mit einem von Menschenhand verbauten Abschnitt im System der Postojnska jama.

Die Sohle des Vilharjev rov hebt sich schon vor der Abzweigung des Mäuseganges zum Mittelteil. Außer dem Versturz gegenüber der Einmündung des Kriechganges setzen noch andere Verbrüche im Mittelteil einem durchfließenden Hochwasser Widerstände entgegen, zum Unterschied von den Verhältnissen im Anfangs- und Endteil. Der Mittelteil enthält bei Niedrigwasser nur verhältnismäßig flache persistierende Becken ohne submerse Durchflüsse (s. Abb. 2). Für die Behauptung, daß die Becken im Mittelteil ohne Verbindung zu anderen Systemen sind, gibt es folgende Beweise:

1. läßt sich keine Strömung erkennen,
2. ist der Temperaturgang in den Becken dem der Luft angepaßt,
3. fehlt *Troglocaris* (Süßwassergarnele) als Anzeiger für Kluftsohlenwasser,
4. vermögen durch Hochwasser in die Becken verschlagene Olme bei Trockenheit nicht abzuwandern (das sonst nach Störung übliche Verhalten).

Bei diesen Becken, in denen fast regelmäßig Olme gefunden werden, kann es sich also nicht um einen echten Olm-Ökotop handeln.

Außer dem Hochwassergerinne, das unmittelbar unter dem Zugang zum Vilharjev rov verläuft, haben wir unter dem erwähnten Versturz den Anfang einer weiteren Hochwasserableitung gefunden. Hier hat ein horizontales Spaltensystem im anstehenden Fels einen rohrartigen Tunnel entstehen lassen. Der Tunnel, der zum größten Teil durchkrochen werden kann, unterläuft den Vilharjev rov von SW nach NO und mündet in einer S-Schleife wieder in diesen ein. Die Unterkreuzung findet sich in der Gefällestufe, die den Mittelteil vom Endteil des Vilharjev rov trennt. Der Tunnel ist hier nach seitlich-oben hin offen, so daß sich bei Hochwasser die Wasserströme unter ohrenbetäubendem Zischen streifen.

Im Endteil, kurz hinter der Gefällestufe, besteht ein Sickerwasserzufluß, der auch bei starker Trockenheit nicht völlig versiegt. Das Sickerwasser tropft von der Decke und gelangt nach kurzem Gerinne in ein persistierendes Becken. Da hier die üblichen Antrobionten nicht gefunden werden, vermuten wir, daß das Sickerwasser direkt aus der vertikalen Entwässerung stammt und noch nicht mit

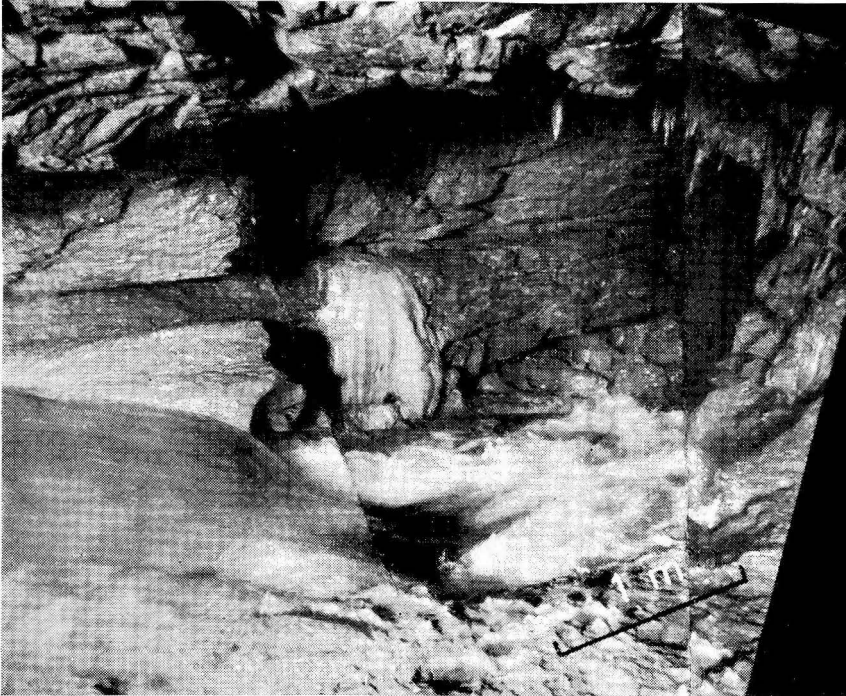


Abb. 5. Überströmung des Mittelteiles vom Vilharjev rov (Beginn der Gefällestufe zum Endteil) bei »starkem Hochwasser«. — Sl. 5. Prelivanje voda po srednjem delu Vilharjevega rova, kjer se začenjajo brzice proti njegovemu sklepnemu delu (ob močno visoki vodi)

dem eigentlichen Klufthöhlenwassersystem kommuniziert hat. Das Sickerwasser läuft endlich mit treppenartigem Gefälle in ein neuerliches Becken. In dieses Becken ergießt sich von S auch der Kluftsohlenwasserzufluß III mit einem etwa 1,5 m hohen Wasserfall.

Der Zufluß III kommt in schießender Strömung aus einem engen Gang, dessen Wände wie gemeißelt erscheinen und von Sickerwasser glänzend überzogen sind (s. Abb. 7 b). Nach Durchwaten eines kleinen Beckens (s. Abb. 3) erreicht man in einem Gang mit schwächerem Gefälle den Anfangssiphon (s. Abb. 7 a). Er ist etwa zylindrisch ausgebildet und besitzt eine Tiefe von 2,5 m. Das Wasser ist so klar.

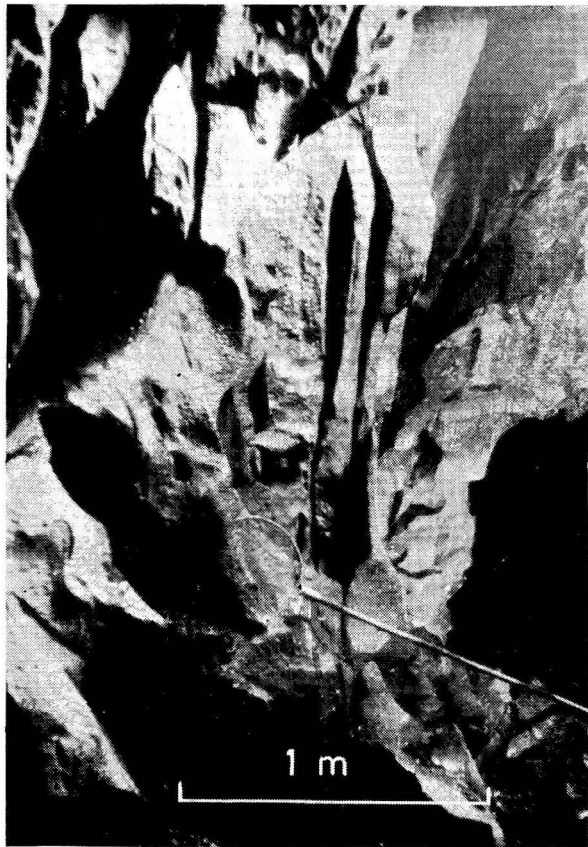


Abb. 6. Blick aus dem Endteil des Vilharjev rov auf die Gefällestufe zum Mittelteil bei Niedrigwasser. Wasserscheiden dieser Art stellen in der Fremdflußhöhle Zaesuren dar, die auch bei Hochwasser (s. voriges Bild) im Ökotop des Olms nicht überwunden werden können. — Sl. 6. Pogled iz sklepnega dela Vilharjevega rova na prelivno stopnjo v srednjem delu rova ob nizki vodi. Take razvodnice so pregrade v ekotopu človeške ribice, ki jih le-ta tudi ob visoki vodi ne more premagati (prim. prejšnjo sliko)

daß der seitliche Abgang des Dükers, hier ausnahmsweise von annähernd zylindrischem Querschnitt, zu erkennen ist. Am Überlauf des Siphons findet sich in einer Nische gelegentlich pflanzlicher Detritus, ein Zeichen für eine Verbindung zwischen einer der benachbarten oberirdischen Dolinen und dem Kluftsohlenwasser (s. S. 31).

Nach dem starken Hochwasser im Januar 1956 ließ sich an Schaumresten die Hochwassergrenze im Endteil des Vilharjev rov ablesen. Danach dürfte der Anfangssiphon von Zufluß III kaum von Hochwasser erreicht werden.

Im eigentlichen Vilharjev rov (Endteil) vereinigt sich der Zufluß III mit dem Hochwassergerinne, das schräg verlaufenden Gesteins-

schichten folgt. Diesen folgend setzt sich der Gang nach N als Düker fort. Der Endsiphon (nördlicher Teil vom Vilharjev rov) ist ein etwa 8 m langes, sich vertiefendes Becken. Der Düker mündet (wie durch Färbungsversuche nachgewiesen) im »Wassergang« der Črna jama.

Die Črna jama ist zwar durch den künstlichen Stollen und ausgebauten Wege der Höhlenverwaltung bequem zugänglich, wird

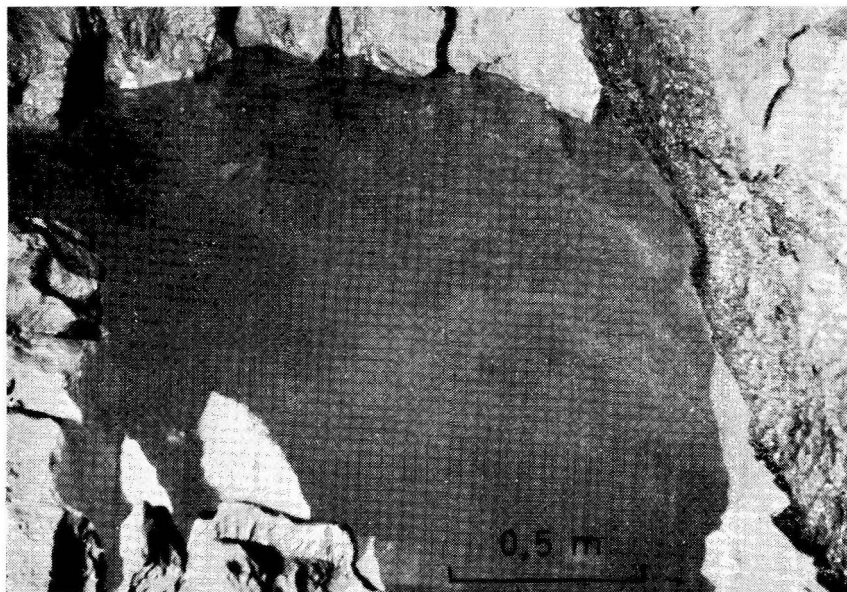


Abb. 7 a. Anfangssiphon von Zufluß III, 2,5 m tief, stets klar, doch zeigen organische Einschwemmsel hier eine Verbindung zur Oberfläche an, ebenso der Temperaturgang. Ökotopt von Olm und Troglocaris. — Sl. 7 a. Pritok III ob vstopu v sifon. Le-ta je globok 2,5 m in vedno čist; vendar nakazujejo tu organske priplavine, pa tudi gibanje temperature neko povezavo z zemeljskim površjem. Ekotop človeške ribice in troglolarisa

aber von den üblichen Touristenführungen nicht berührt. Diese Halbtrockenhöhle wird durch einen mächtigen zentralen Versturz in der Größenordnung von 10^6 m^3 gekennzeichnet, der die älteren Gerinne verschüttet bzw. zu Dükern hat werden lassen; nur im Nordostteil findet sich der »Wassergang« (der Črna jama). Sein Anfang wird von zwei, nur bei Hochwasser aktiven Siphonen gebildet.

Bei Niedrigwasser sinkt der Wasserspiegel im linken Anfangssiphon um etwa 4 m unter die Überlaufschwelle. Hierdurch wird ein steil abwärts führender, etwa 25 m langer Düker freigegeben. Im tiefsten Teil gabelt sich der Gang. Hier finden sich von blauem

Faulschlamm unterzogene Lehmablagerungen und ein »Niedrigwasseranfangssiphon« von ca. 3 m² Fläche, in dem keine Wasserbewegung beobachtet werden kann.

Im Bereich des rechten Anfangssiphons findet sich bei Niedrigwasser ein isoliertes, größeres Becken (→ 4, Abb. 2). Eine interne



Abb. 7b. Typischer Kluftsohlenwassergang (Zufluß III) mit gleichmäßig ausgelaugten Wänden, geringe Wasserführung, nahezu unabhängig von Außeneinflüssen (oberhalb der Pivka-Hochwassergrenze). — Sl. 7b. Tipičen rov z jamsko vodo (pritok III); ima enakomerno izlužene stene in majhen pretok, ki je malone neodvisen od zunanjih vplivov (nad višinsko črto pivške visoke vode)

Strömung ist optisch nicht wahrnehmbar, doch lassen sich einwandfreie Fließgeräusche aus einer tiefen Kluftspalte vernehmen (→ 5, Abb. 2). An dieser Stelle muß eine Querströmung von Kluftsohlenwasser herrschen, doch kann deren Richtung nicht einwandfrei bestimmt werden.

Auf eine kurze Gefällestrecke im Anschluß an die beiden Siphone folgt ein nahezu horizontal verlaufender Gang, in dem bei Niedrigwasser isolierte Becken bestehen, zwischen denen eine Strömung nicht nachweisbar ist. In dem etwas weiter nördlich gelegenen Becken (\rightarrow 6, Abb. 2), welches die Sohle des Wasserganges bedeckt, läßt sich (bei schwachem Hochwasser) eine wohl aus dem Mäusegang herrührende Querströmung beobachten (ähnlich wie im Becken des rechten Anfangssiphons). Es ist zu vermuten, daß diese beiden Becken von den Zuflüssen II und III gespeist werden, deren Strömung somit den Wassergang in nordöstlicher Richtung kreuzt.

Im nördlichen Teil hebt sich die Gangsohle etwa um zwei Meter zu einer Wasserscheide. Westlich hiervon geht der Wassergang in einen Endsiphon über.

Auch der Endsiphon des Wasserganges dürfte, wie aus dem Temperaturgang erschlossen wird, bei Niedrigwasser mit dem Kluftsohlenwassersystem in Verbindung stehen, ohne daß Strömung wahrnehmbar ist. Der Endsiphon zeigt bei Niedrigwasser von Zeit zu Zeit wechselnde Spiegelhöhen auf, vermutlich auf Grund wechselnd hoher Lehmschwellen in den Hohlräumen der Abflüsse. Nach der Topographie besteht kein Zweifel, daß der Endsiphon außerdem zum rechten Anfangssiphon der Pivka jama führt.

Bei steigendem Hochwasser vermehrt sich wegen der Höhendifferenz zunächst die Schüttung des rechten Anfangssiphons des Wasserganges. Das Wasser tritt jetzt am Fuße des großen Versturzes der Črna jama zwischen den Blöcken und darunter aus Klüften hervor und füllt rückstauend bald den Gang bis über das Anfangsbecken (\rightarrow 4, Abb. 2) hinaus an.

Der linke Anfangssiphon liegt soviel höher, daß er durch Rückstau kaum je erreicht wird. Ein Teil der Hochwasserschüttung dieses Anfangssiphons zweigt schon etwa 1 m unterhalb der Überlaufschwelle südostwärts ab, fließt einige Meter horizontal und verschwindet mit einem Gefälle von etwa 70° in einer röhrenförmigen Kluft. Diese muß eine Querverbindung zum System des rechten Anfangssiphons herstellen.

Bei schwachem und mittlerem Hochwasser muß der Abfluß aus dem Wassergang den oben erwähnten kreuzenden Bahnen des Kluftsohlenwassers (II und III) folgen. Bei starkem Hochwasser wird die Wasserscheide des Wasserganges aber überflutet und dieser wegen seines geringen Gefälles zum Düker. Jetzt tritt der größte Teil der Schüttung über die Schwelle im nördlichen Abschnitt und strömt durch den Endsiphon ab, d. h. in das System der Pivka jama.

Auch die **Pivka jama** ist begehbar, wird aber von normalen Führungen nicht erreicht. Diese Höhle ist ein langgestreckter Gang, der von dem Gerinne der Pivka durchflossen wird. Nur der rechte Anfangssiphon steht mit Kluftsohlenwasser in enger Verbindung (wie der Endsiphon des »Wasserganges«). Dies geht daraus hervor,

daß hier verschiedene Antrobionten (u. a. die empfindlichen Troglocaren) auftreten. In dem anschließenden Pivka-Gerinne, das bei Niedrigwasser ausschließlich aus dem linkem Anfangssiphon gespeist wird (Fremdflußwasser), finden sich keine Antrobionten.

Der linke Anfangssiphon der Pivka jama liegt einige Meter tiefer als die Überlaufschwelle des rechten Anfangssiphons. Er befindet sich in einer durch mächtige Verbrüche gebildeten birnenförmigen Halle, in die man nur mit dem Boot gelangt. Im nordwestlichen Teil liegt der Trümmerkegel eines rezenten Versturzes. Dieser setzt sich mit Spalten bis zur Erdoberfläche fort, wie aus dem Luftzug am Deckendurchbruch zu schließen ist. Nach der Karte befindet sich hier eine Doline. Auf dem Weg pivkaabwärts wechseln persistierende Becken mit Gerinnen ab. Einige Zuflüsse eines Kluftsohlenwassersystems treten nur von Westen in die Pivka ein. In diesen finden sich weder Olme noch *Troglocaris*. Ganz allgemein treten nordwestlich der Pivka keine Olme auf.

30 Meter vor dem Endsiphon verschwinden etwa 80 % des Niedrigwassers in nach NO weisenden, nicht begehbaren weitleumigen Klüften. Auch im eigentlichen Endsiphon und bei Hochwasser noch an weiteren Stellen wird das Wasser der Pivka von einem durch Lösung horizontal erweiterten Kluftsystem aufgenommen. Der weitere Abfluß des Wassers in Richtung Planina (NO) geht somit auf breiter Front vonstatten. Die Strömungsgeschwindigkeit in dem Dükersystem ist, wie Messungen ergeben haben (Schmidl 1854), gegenüber der der offenen Gerinne der Pivka stark verlangsamt.

In die **Planinska jama** gelangt man, dem Verlauf der Unica, südlich Planina, aufwärts folgend (s. Abb. 1). Einige hundert Meter im Inneren der Wasserhöhle gabelt sich der Flußlauf in einen ostwärtigen, von uns nicht begangenen, und einen westlichen Arm: letzterer wird als Pivka-Arm bezeichnet. Etwa zwei Drittel des Armes können zu Fuß begangen werden; der Anfangssiphon ist z. Z. nur mit dem Boot erreichbar. Becken von großer Tiefe und reißende Stromschnellen sind für diese Höhle charakteristisch; rezente Lehmablagerungen sind selten. Unweit der Gabelung wird eine ehemalige Flußschleife von einem mächtigen Versturz (kubische Blöcke von 10 m Kantenlänge) gesperrt. Der Fluß schneidet jetzt in einer engen Klamme auf kürzestem Weg durch den Fels (s. Abb. 1 u. 8). Im oberen Teil der alten Schleife findet sich ein faunistisch besonders interessantes persistierendes Becken. Dieses wird nur von stärkerem Hochwasser überflutet, besitzt aber möglicherweise einen submersen Zu- und Abfluß. Der Übersichtlichkeit und Klarheit des Wassers wegen nennen wir dieses Becken »Aquarium«. Auf die hier gefundenen Lebewesen wird unten eingegangen.

Die **Pivka** hat von ihrem Eintritt in die Schwinde bei Postojna bis zum Wiederaustritt im Planinsko polje mindestens 7 km unterirdisch zurückgelegt. Hiervon entfallen etwa 3 km auf das Gerinne

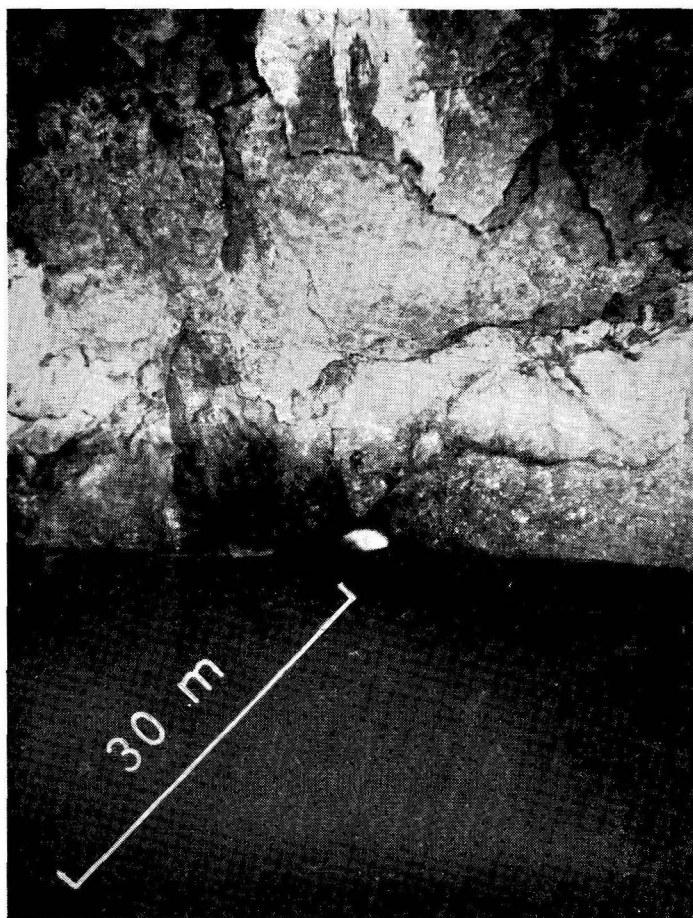


Abb. 8. Hochwasserstauung (5—4 m) in der Planinska jama; bei Niedrigwasser regelmäßiger Olmfundort. Im Hintergrund tektonische Kluft, durch die das Wasser mit starkem Gefälle abfließt. — Sl. 8. Zajezitev visoke vode v Planinski jami; pri nizki vodi redno najdišče človeških ribic. V ozadju tektonska špranja, skozi katero odteka voda z velikim strmecem

im Höhlensystem von Postojna, das überwiegend frei durchflossen wird. Eine Dükerstrecke von mindestens 2 km Länge (Luftlinie!) schließt sich an, bis zum erneuten Auftauchen in der Planinska jama, in der weitere 2 km Flußlauf verfolgt werden können.

Das durchflossene Höhlensystem wirkt auf den Fremdfluß wie eine unterirdische *Kläranlage*. Im Anfangsteil finden sich grobe organische Reste und reiches organisches Sediment. Weiter innen wird das Sediment spärlicher, obwohl auch gröbere organische Reste gelegentlich weit in die Tiefe vertragen werden können. Die Strö-

mung läßt auch im Inneren Sedimentierung zu, wie ausgedehnte Lehmبانke tief im Inneren zeigen. Im Anfangsteil der Höhle findet sich eine Biozönose von pflanzlichen Planktonen und von ihnen lebenden Tieren, die den Verhältnissen der Außenwelt sehr ähnlich ist. Bis zum Endsiphon der Pivka jama treten typische (limnische) Antrobionten nur dort auf, wo Kluftsohlenwässer hinzutreten und in der Nähe des Fremdflußgerinnes eine Mischungszone bilden. In der Planinska jama dagegen finden sich Antrobionten überall im Flußgerinne, das hier nur noch im geologischen Sinne als »Fremdfluß« bezeichnet werden kann.

Weitere Einblicke in das Kluftsystem des hier behandelten Karstgebietes werden durch verschiedene Höhlen ermöglicht. Von diesen wurden die **Škocjanske jame** bei Divača von uns nur im Anfangsteil begangen. Diese unterscheiden sich von der Pivka-Höhle durch das wesentlich stärkere Gefälle des Flusses mit stärkerer mechanischer Wirkung. *Troglocaris* (Stammer 1935) und Olme treten hier nicht auf, werden aber im wesentlich ruhigeren Austrittsgebiet (Brunnen bei Monfalcone, Schmar da 1878, vgl. auch Karaman 1935) gefunden.

Zwischen dem Pivka polje und dem Javornikgebirge, in dessen Klüften wir den Hauptökotop des Olms vermuten, liegen zwei weitere, kleine Höhlen, die Höhle **Jama na Kremenici** und die Höhle **Fužine von Stara vas**, ein bzw. drei Kilometer südlich von Postojna.

Die kleine Höhle in der Nähe des Dorfes Stara vas (Abb. 9) besteht aus labyrinthartigen Gängen, die in etwa 10 m Tiefe durch einen Anfangssiphon (Sommer 1955, 2. 3. 1956) verschlossen sind. Nur nach sehr ergiebigen Regenfällen steigt das Wasser schnell an, und die Höhle wird zum Speier, dessen Förderung mitunter in der Größenordnung von cbm/sec liegt (z. B. während des Hochwassers vom 10. bis 30. 1. 1956). Die anwohnenden Bauern berichten, daß bisweilen Mengen großer Fische ausgeworfen werden. Danach muß das hier ausströmende Wasser zumindest teilweise aus dem Gebiet des Zirknitzer Sees (Cerkniško jezero in Abb. 1) stammen (9 km Luftlinie, auf der anderen Seite des Javornikgebirges). Dazu zeigen Funde von Antrobionten auch bei Niedrigwasser, daß gleichzeitig eine Beziehung zu dem Kluftsystem besteht. Nach Mitteilung von Herrn Pretner werden auch Olme gefunden; wir selbst haben *Troglocaris* beobachtet.

Man ist versucht zu fragen, aus welchem Grunde die hier regelmäßig nach starken Regenfällen beobachtbaren Spiegelschwankungen nicht auch in den unterirdischen Zuflüssen der Postojnaer Höhle erscheinen. Die Erklärung dürfte sein, daß zumindest zwei Wasserhorizonte im Kluftsystem existieren, in denen sich die Entwässerung unabhängig vollziehen kann. Die Höhenlagen lassen vermuten, daß das in der Höhle Fužine erscheinende Wasser unter



Abb. 9. Hauptöffnung der Höhle Fužine bei Stara vas. Infolge starker Regenfälle ist der Wasserspiegel um 8–10 m über den Normalstand bis zum Überfließen angestiegen. Hier werden gelegentlich Fische (vom Zirknitzer See her) ausgeworfen, andererseits können auch Olme hier bis zum Tageslicht vordringen. — Sl. 9. Glavni vhod v jamo Fužine pri Stari vasi. Zaradi močnega deževja je vodna gladina narasla za 8–10 m nad normalo tako, da se preliva na površje. Voda izmeče tu včasih ribe (izhajajoče iz Cerkniškega jezera), pa tudi človeške ribice prodre tu kdaj do dnevne svetlobe

den in die Postojnaer Höhle mündenden Kluftsohlengewässern, vom Zirknitzer See bis zur Höhle Fužine seinen Weg nehmen muß. Dieses tiefere Niveau muß aus den Entwässerungsklüften des Javornikgebirges Kluftsohlenwasser-Zuflüsse erhalten, ähnlich wie die Pivka in der Grenzzone der Postojnaer Höhle.

Die Höhle *Jama na Kremenici* verdankt ihre Entstehung Bedingungen, die besonders eindrucksvoll die komplizierte Karstentwässerung erkennen lassen. Auf einem kleinen, dem eigentlichen Abbruch des Javornikgebirges vorgelagerten Plateau tritt eine stets wasserführende Schicht zu Tage. Ihr vorgelagert findet sich eine Reihe kleiner Dolinen und winziger Polje. Die austretenden Karstquelle verschwinden nach wenigen Metern Laufs wieder, jetzt unter der genannten Schicht. Sie gelangen wohl nicht in die undurchlässige Flyschzone des Postojnaer Beckens. Soweit einsehbar, verlaufen ihre Gerinne wieder zurück in das Javornikgebirge, aus dem das Wasser soeben zutage getreten ist. Eines dieser Gerinne ist die *Jama na Kremenici*, in der das Wasser nach »Umkehr« mit einem Gefälle von 40 und 75° einen etwa 37 m langen Gang durchfließt. Ein Siphon schließt den Gang ab.

D. EINFLÜSSE DER OBERIRDISCHEN METEOROLOGISCHEN BEDINGUNGEN AUF DIE VERHÄLTNISSE IN DEN UNTERSUCHTEN HÖHLEN

1. *Niedrigwasser* I. Wasserführung

Die oberirdische Pivka hat — wie schon erwähnt — einen episodischen Charakter. Bei anhaltender Trockenheit (auch strengem Frost) bleiben nur unzusammenhängende Becken erhalten, dies, obwohl ständige Quellen auf der Westseite des Javornikgebirges den Ursprung des Flußlaufes bilden. Diese Karstquellen dürften den Kluftsohlengewässern im Inneren der Höhle entsprechen. Die (oberirdischen) persistierenden Becken gewährleisten die Kontinuität des Biotops als Niederungsbach. Die Schwankungen des Niedrigwassers der Pivka setzen sich bis zum Endsiphon der Pivka jama fort. Sehr geringe unterirdische Zuflüsse (z. B. Zufluß I) verhindern aber, daß die Wasserführung hier vollständig aussetzt. Erst im nicht direkt kontrollierbaren Düker zwischen Endsiphon der Pivka jama und Anfangsiphon des Pivka-Armes der Planina jama tritt eine starke Vermehrung des Niedrigwassers durch Kluftsohlengewässer ein. So betrug die Fließmenge am 17. 6. 1957 in der Pivka jama etwa 2 l/s, in der Planinska jama 10 l/s. Das bedeutet annähernd eine Verdreifachung der Schüttung in der Planinska jama gegenüber den beiden Vorjahren. Diese Veränderung geht parallel mit einer Vermehrung der Schüttung am Mäusegang und am Zufluß III (s. unten).

Die Veränderungen der Kluftsohlengewässer nach Niederschlägen sind im Vergleich mit denen eines oberirdischen Baches außerhalb des Karstes äußerst gering (dies gilt auch für Hochwasser, s. S. 26). Zum Beispiel lassen die oben beschriebenen Zuflüsse I, II

und III an scharf gezeichneten Sinterrändern erkennen, daß sie über längere Zeit nur geringste Niveauänderung aufweisen.

Die an diese Marken geknüpften »Normalschüttungen« betrugen bei Zufluß I (28.—29. 2. 56 und 9.—10. 8. 56) wenige l/s, bei Zufluß II (zwei Besuche zum obigen Datum) etwa 1,5 l/s, im Gerinne am Mäusegang (15 Besuche im Winter und Sommer 1955-57) ebenfalls 1,5 l/s, bei Zufluß III 0,7 l/s. Mitte Juni 1957 (nach einer Trockenperiode) betrug die Schüttung am Mäusegang etwa 3 l/s; eine ähnliche Vermehrung zeigte Zufluß III. — Die Fließmenge in der Jama na Kremenici betrug am 12. 8. 57 weniger als 1/10 l/s.

Trotzdem lassen sich oberirdische Niederschläge am Verhalten der Kluftsohlengewässer erkennen, wenn auch in sehr verschiedenem Ausmaß an den einzelnen Beobachtungsstationen. Solche Veränderungen betreffen den Temperaturgang (s. unten), gelegentlich die Trübung des Wassers (worin sich eine kurze, vertikale Verknüpfung zur Oberfläche anzeigt), am wenigsten die Schüttung.

2. Hochwasser

Die Reaktionen der Pivka mit ihren anschließenden Höhlenteilen auf Niederschläge ist — wie schon erwähnt — in sofern paradox, als wolkenbruchartige Regenfälle, selbst wenn sie sich wiederholen, keine übermäßige Schwankung der Wasserführung zur Folge haben (ein vorangehende Trockenperiode vorausgesetzt). Das Einzugsgebiet scheint unter diesen Umständen wie ein Schwamm zu wirken. Nur mehrere Tage *a n h a l t e n d e* Regenfälle vermögen eine deutliche Beeinflussung der Wasserführung und später einen häufig sprunghaften Wechsel zu Hochwasser herbeizuführen. Auch dieses Verhalten entspricht dem eines episodischen Flusses. Für die unten verwendeten Abstufungen der Hochwasserstärke schicken wir folgende Definitionen voraus, die unmittelbar aus den Beobachtungsverhältnissen des Pivka-Hochwassers abgeleitet werden.

Niedrigwasser (A, vgl. Abb. 10): Zwischen 0 und 50 l/s (Schüttung an der Pivka-Schwinde).

Schwaches Hochwasser (B): An der Pivka-Schwinde beträgt die Schüttung zwischen 50 und 200 l/s. Der Perkov rov wird noch nicht überflutet.

Mittleres Hochwasser (C): Perkov rov überflutet; im Vilharjev rov nur der Mäusegang vom Hochwasser erreicht.

Starkes Hochwasser (D): Kriechgang zum Vilharjev rov noch passierbar, Mittelteil des Vilharjev rov überflutet, zum Teil passierbar.

Stärkstes Hochwasser (E): Vilharjev rov unzugänglich; Planinsko polje überschwemmt (nach der säkularen Statistik von Kraus (1896) im Durchschnitt alle $4\frac{1}{2}$ Jahre).

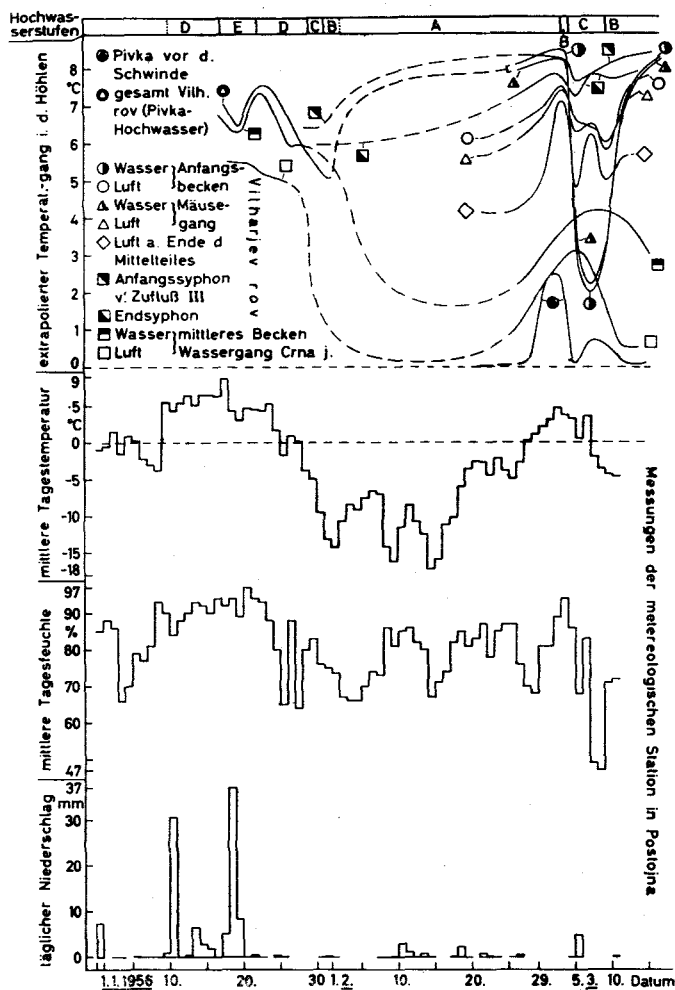


Abb. 10. Einfluß extremer äußerer Störungen auf die Temperaturen in Luft und Wasser verschiedener Höhlenabschnitte (Oberteil des Diagramms; eigene Messungen). Im unteren Teil sind die Niederschläge, Luftfeuchte und Temperaturen außerhalb der Höhle aufgetragen. Gestrichelte Linien im obersten Diagramm: indirekt ermittelter Temperaturverlauf. Beachte die Temperaturschwankungen; bei Regenhochwasser (20. 1. 56) ist eine Erwärmung, bei Schmelzhochwasser (6. 3. 56) eine Abkühlung die Folge. — Sl. 10. Vpliv skrajnih zunanjih motenj na temperaturo zraka in vode v različnih jamskih odsekih (zgornji del diagrama: lastna merjenja). Spodaj so vnesene padavine, vlažnost in temperature zraka izven jame. Prekinjene črte v zgornjem diagramu pomenijo posredno ugotovljeni potek temperature. Prim. njena kolebanja! Pri visoki vodi, ki jo povzroča deževje (20. I. 1956), je opazna otoplitev, pri tisti, ki je nastala zaradi taljenja snega (6. III. 1956), ohladitev

Hochwasser kann zu allen Jahreszeiten auftreten, ist aber im Sommer sehr viel seltener als im Winter. Es war uns anlässlich von zwei Besuchen im Winter 1956 möglich, ein »stärkstes Hochwasser« und ein »mittlers Hochwasser«, zum Teil in der Entwicklung zu verfolgen.

3. Protokollauszüge

Starke Regenfälle nach dem 9. 1. 56 (Abb. 10) hatten an unserem Ankunftstag (14. 1.) ein »starkes Hochwasser« verursacht. Der Kriechgang zum Vilharjev rov ist noch passierbar. Der Mittelteil des Vilharjev rov ist gerade überflutet. Die stromauf gelegenen Teile sind nur mit Boot zugänglich. Das vom Mittelteil überwiegend durch den beschriebenen Tunnel abwärts schießende Wasser bildet an dessen Ende einen Wasserfall. Es ist möglich, in den Gang von Zufluß III vorzustoßen; dessen an sich geringe Schüttung ist nur auf das 2—3 fache vermehrt. — Am 17. 1. fließt Wasser über den Mittelteil des Vilharjev rov nur noch durch den Tunnel.

Äußerst ergiebige Regenfälle am 18. 1. (s. Abb. 10) lassen ein »stärkstes« Hochwasser entstehen, das am 19. 1. das Planinsko polje erreicht und innerhalb weniger Stunden zu beträchtlichen Teilen überschwemmt. Der Kriechgang von der Črna jama zum Vilharjev rov ist an seiner tiefsten Stelle mit klarem Sickerwasser gefüllt (20. 1.). Die Anfangssiphone des Wasserganges der Črna jama sind beide in Tätigkeit. Aus dem Wassergang fließt ein 2—3 m tiefer Strom, der offensichtlich mehr Wasser führt, als durch die Anfangssiphone geschüttet wird. Dies weist darauf hin, daß im Verlauf des zum Düker gewordenen Wasserganges weiterer Zufluß (vermutlich vom Mäusegang her) erfolgt. Die Sicht im Wasser beträgt etwa ein Meter (Zeichen für zurückgehendes Hochwasser).

Im Pivka-Arm der Planinska jama staut sich das Wasser vor der beschriebenen Klamm mehrere Meter hoch (19. 1.); das »Aquarium« ist vollkommen überflutet. Beim Einstrom in die Klamm (Abb. 8) entstehen so starke Druckschwankungen der Luftsäule, daß in 30 m Entfernung die Kleidung knatternd hin- und hergerissen wird. Das Wasser ist vollkommen getrübt.

Das am 19.—20. 1. kulminierende Hochwasser sinkt in der folgenden Woche nur sehr langsam, obwohl keine wesentlichen neuen Regenfälle einsetzen. Wir vermuten, daß dies durch die extrem hohe Luftfeuchtigkeit (s. Abb. 10) bedingt wird; auf dem von der vorangegangenen Frostperiode unterkühlten Boden kondensieren sich meteorologisch nicht erfaßte Niederschläge.

Am 22. 1. hat der rechte Anfangssiphon der Črna jama eine verhältnismäßig starke Schüttung, während der höhere linke Anfangssiphon vor dem Versiegen steht; seine Überlaufschwelle wird nur noch von einer geringen Schüttung passiert. Bei der Vereinigung der Ströme aus den beiden Anfangssiphonen im Wassergang ist wegen der Weite des Gangquerschnittes kaum mehr eine Wasserbewegung wahrzunehmen. Die Sichtweite beträgt etwa $1\frac{1}{2}$ m, so daß sich Olme beobachten lassen.

Am 23. 1. ist der Kriechgang zum Vilharjev rov mit Wasserhosen passierbar. Unter der Gangmündung fließt eine reißende Strömung, von etwa $1\frac{1}{2}$ m Tiefe mit geringer Trübung; es herrscht also noch »starkes Hochwasser«. — In der Črna jama wird im linken Anfangssiphon des »Wasserganges« die Schwelle nicht mehr überströmt, doch ist die auf S. 17 erwähnte Querverbindung zum rechten Anfangssiphon noch voll in Tätigkeit.

Auch am 25. 1. herrscht noch starkes Hochwasser. Die Abbildung 5 zeigt die über die Gefällestufe im Vilharjev rov fließende Wassermenge.

Mit Hilfe eines Schlauchbootes, das um Stromschnellen getragen werden muß, kann der Vilharjev rov stromauf befahren werden. Vor dem Mittelteil ist das Wasser so hoch gestaut, daß die sich stromaufwärts senkende Decke des Vilharjev rov etwa 30 m oberhalb des Mäuseganges den Spiegel erreicht (den Beginn der Stauung zeigt Abb. 4). Wegen des beträchtlichen Gangquerschnittes ist hier die Strömung kaum mehr wahrnehmbar. Bei Beginn des Mäuseganges ist die Strömung wieder stark; das 1½ bis 2 m tiefe Wasser wird etwa zur Hälfte in den Mäusegang abgezweigt.

Am 27. 1. ist im Wassergang der Črna jama und in dem nicht niveaugleichen linken Anfangssiphon der Wasserspiegel um etwa 1 m gefallen. Nur noch aus dem rechten Anfangssiphon strömt Wasser und zwar durch eine etwa 40 cm tiefe Rinne im Versturzeröll. Wir erleben, wie das sinkende Wasser bei der Vereinigung der Anfangsteile des (z. Z. als Düker wirkenden) Wasserganges einen glockenförmigen Raum freigibt und die Luft mit einem donnernden Implosionsknall einströmt.

Während auch am 28. 1. der Mittelteil des Vilharjev rov noch von einer etwa 30 cm tiefen Strömung überflutet wird und ein Passieren trockenen Fußes weder stromauf noch stromab möglich ist, setzt am 29. 1. Frost ein, der das Hochwasser schlagartig beendet.

Am 30. 1. strömt im Mittelteil des Vilharjev rov Wasser nur noch an einigen Stellen (annähernd mittleres Hochwasser). Dagegen beträgt die Tiefe des im Mäusegang fließenden Wassers ¾ m. Der wieder zugängliche Zufluß III ist trotz des abgelaufenen stärksten Hochwassers nur unwesentlich gegenüber seiner normalen Wasserführung vermehrt. Insgesamt fließen dem ebenfalls wieder freiliegenden Endsiphon 5 l/s zu. Hier finden sich reichlich Olme.

Am 31. 1. zeigt im Vilharjev rov nur noch das in den Mäusegang führende Gerinne (30 cm Wassertiefe) an, daß mittleres Hochwasser den Perkov rov überflutet. Mit dem Boot kann der Endsiphon des Mäuseganges aufgesucht werden. Ebenso gelangt man bis zur Abzweigung des Schmutzigen Ganges. Die vom Hochwasser zurückgelassenen Spuren lassen erkennen, daß der Schmutzige Gang Wasser aus dem Vilharjev rov aufgenommen hat.

Vom 1. bis 27. 2. wurden die Beobachtungen unterbrochen; in dieser Zeit hat eine schwere Frostperiode (schwerste seit 1928) die Zufuhr jeglichen Oberflächenwassers zu den Höhlen blockiert.

Am 27. 2. haben sich in den Höhlen Verhältnisse wie während eines trockenen Sommers eingestellt. In der »Schauhöhle« hat die normale Tropftätigkeit vollkommen aufgehört. In der Črna jama sind imponierende Eisgebilde entstanden, die sich auch in dem Kriechgang zum Vilharjev rov bis fast zu dessen Ende finden. Alle Kluftsohlengewässer und die meisten persistierenden Becken zeigen den normalen am Sinterrand kenntlichen Wasserstand.

Selbst im Vilharjev rov fehlt nahezu jedes Tropfwasser. Nur das persistierende Becken vor der Vereinigung von Vilharjev rov und Gang des Zuflusses III hat den auf S. 14 erwähnten schwachen Durchfluß von Sickerwasser beibehalten (etwa 0,03 l/s). Von Zufluß II fließt in den Mäusegang Kluftsohlenwasser ab, in gleicher Stärke wie Anfang August 1955 (und August 1956; durch Sinterrand markiert). Dasselbe Bild bietet sich bei Zufluß III.

Am 28. 2. wird in den Magdalenenschacht eingestiegen; die Schüttung in Zufluß I im Magdalenenschacht ist sehr gering, wie im August 1955. Das Pivka-Gerinne fördert 2–3 l/s. Der Zufluß II im Perkov rov schüttet etwa 1,5 l/s. Beim Ausstieg der Höhle (29. 2.) herrscht Tauwetter bei starker Sonneneinstrahlung (s. Abb. 10).

Am 1. 3. hat sich nur in Zufluß III die Schüttung, eben wahrnehmbar, vermehrt. Im übrigen ist in der Höhle der Einfluß des Tauwetters noch nicht wahrnehmbar. Auch am 3. 3. wird bei starker Sonneneinstrahlung

und Tagestemperatur über Null Grad keine Reaktion der Fließmenge der Pivka vor der Schwinde festgestellt (etwa 10 l/s). Erst am 4. 3. wird mit einem Wetterumschlag (tief hängende Wolkendecke; relative Luftfeuchtigkeit im Tagesmittel 94 %), ähnlich jenem vom 20. bis 25. 1. (s. S. 25), ein schwaches Hochwasser der Pivka ausgelöst.

Am 5. 3. wird das Hochwasser durch kräftigen Regen vermehrt. Das Eis in der Črna jama taut stark. In allen Höhlenteilen tropft kräftig Sickerwasser. Im Mäusegang steht das Wasser etwa 15 cm über dem Niedrigwasserspiegel und ist stark getrübt. Dies bedeutet den Beginn der Überflutung des Perkovo rov von der Pivka (»mittleres Hochwasser«). Die persistierenden Becken im Mittelteil des Vilharjev rov sind völlig klar und somit ohne versteckten Zulauf vom Anfangssiphon des Ganges. Zufluß III ist unverändert. Der rechte Anfangssiphon des Wasserganges in der Črna jama läßt noch kein Wasser überfließen. Der Wasserspiegel im linken Anfangssiphon liegt wie bei Niedrigwasser ca. 4 m tief. Im Mittelteil des Wasserganges ist das Wasser im persistierenden Becken getrübt und in Bewegung. Es steigt sichtbar (ca. 1 cm/10 min.). Dieses Verhalten macht wahrscheinlich, daß, wie auf Seite 16 erwähnt, eine »Querströmung« vom Mäusegang eintritt. Dagegen ist das Wasser im Endsiphon des Wasserganges vollkommen klar, wenn auch sein Pegel, wohl ohne Zusammenhang mit dem Hochwasser (s. S. 16), etwas erhöht ist.

Das mittlere Hochwasser läuft am 9. 3. aus, wo die Pivka etwa 200 l/s. führt. Im Mäusegang des Vilharjev rov ist eine schwache Trübung und eine geringe Erhöhung des Standes eben noch bemerkbar. Am 11. 3. herrschen hier wieder Niedrigwasserbedingungen.

II. Temperaturen

1. Bei Niedrigwasser

Zum allgemeinen Verständnis des Temperaturganges in verschiedenen Teilen des untersuchten Höhlengebietes schicken wir voraus, daß das Höhleninnere im Sommer durchwegs kälter als die Außenwelt ist. Infolgedessen bildet die Höhle als Ganzes eine Art Kühltruhe. Im Winter dagegen ist das Höhleninnere in der Regel wärmer als die Außenwelt; damit werden besonders starke Konvektionsströmungen der Luft ausgelöst. Eine Folge hiervon ist, daß im Sommer eventuelle Temperaturänderungen in der Höhle hauptsächlich durch das einfließende Wasser bedingt werden. Im Winter dagegen nehmen sowohl die Wasserführung, insbesondere die jetzt häufigeren Hochwässer, wie die Luftkonvektion Einfluß auf die Höhlentemperaturen. Zwischen Wasser, Luft und Höhlenwänden stellen sich in den verschiedenen Höhlenbezirken Temperaturgleichgewichte ein, die allerdings häufig gestört werden können.

Die Temperatur im freien Lauf der Pivka wurde im Sommer im einzelnen nicht gemessen. Es läßt sich mit hinreichender Genauigkeit sagen, daß sie jahreszeitlich zwischen 0–2° und etwa 20° schwankt. Die in die Höhle als Fremdfluß einziehende Pivka läßt in ihrem ganzen Verlauf die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen und kurzfristige Temperaturstöße erkennen. Zum Beispiel zeigt in Abb. 11 der Meßpunkt 3 a eine durch starken Regen bewirkte

Erwärmung gegenüber dem Monatsmittel an, wie es sich etwa in 2a ausprägt. Die Wirkung der Außeneinflüsse schwächt sich im Verlauf des Pivka-Durchflusses ab. Die Sommertemperaturen bis zum Ende der Pivka jama (Abb. 11; 2b, 3b, 3c, 4) liegen zwischen 16 und 17° C, während sie in der Planinska jama 13° C nicht übersteigen (5a, 5b), wie schon Schmidl (1854) angibt.

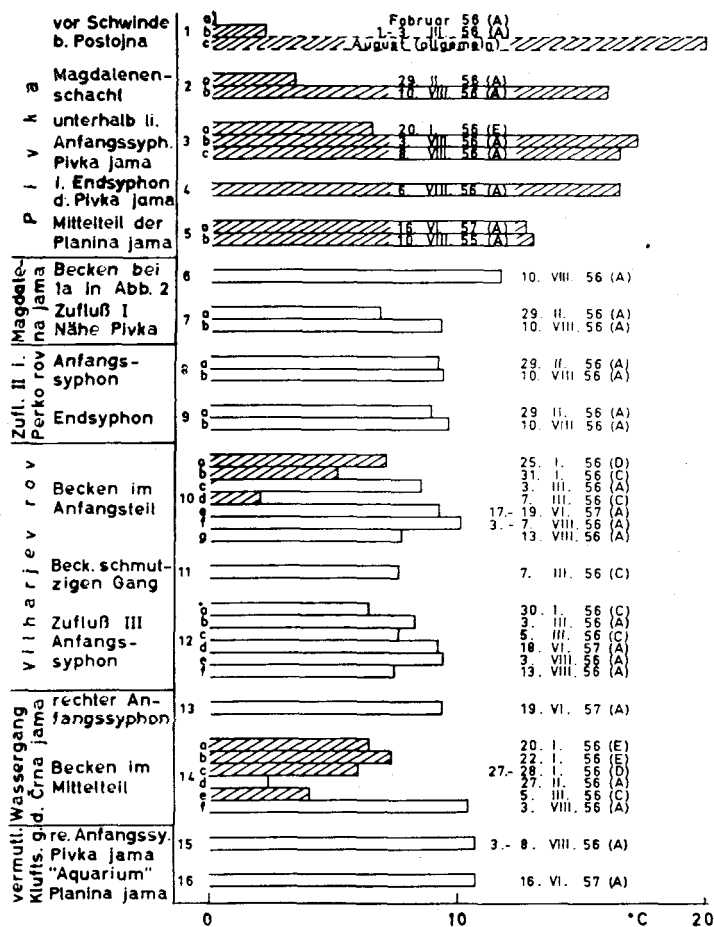


Abb. 11. Typische Temperaturen in den untersuchten Höhlenbiotopen (vgl. Text). Die schraffierten Säulen bezeichnen Messungen im Wasser der Pivka z. T. nach dessen Eindringen in die Mischungszone (Hochwasserstufen). Die unschraffierten Säulen bedeuten Messungen im unvermischten Kluftsohlenwasser. — Sl. 11. Tipične temperature v raziskanih jamskih biotopih (prim. besedilo). Crtkani stolpci kažejo merjenja pivške vode, deloma po njenem vdoru v cono, kjer se voda meša, preko visokovodnih stopenj. Nečrtkani stolpci podajajo merjenja v nemešani jamski nadanji vodi

Diesem »labilen« Verhalten steht der Temperaturgang in den Kluftsohlengewässern gegenüber, unter denen Zufluß II ein Extrem an Stabilität darstellt. Hier wurden im Anfangssyphon am Ende einer schweren Frostperiode (Februar 1956) 9,2° C, im August 9,4° C gemessen. Dieselbe Temperatur ist auch in anderen Jahren und Jahreszeiten festgestellt worden (Michler, mündlich). Schon im Endsyphon des Perkov rov (nach 60 m Gerinne) macht sich der Einfluß der von der Pivka abhängenden Lufttemperatur bemerkbar; im Winter haben wir hier 8,9, im Sommer dagegen 9,6° C gemessen.

Im übrigen zeigen die zugänglichen Kluftsohlengewässer Schwankungen zwischen 2 und 11° C, die für den Mischungsbereich zwischen den unberührten Klüften und der Fremdflußhöhle typisch sind. Zum Teil können diese Schwankungen durch Luftkonvektion im Höhlenraum erklärt werden (wie im Endsyphon des Perkov rov). Dies läßt sich sehr deutlich zeigen für Zufluß I im Magdalenenschacht (Abb. 11; 7 a, 7 b), dessen Schwankungen durch die unmittelbar benachbart strömende Pivka induziert werden, wobei die Luft als Überträger wirkt. Auf die gleiche Weise sind die relativ hohen Temperaturen von 10,7 bis 11,7° C in einem Becken des Magdalenenschachtes (Abb. 2; → 1 a), im rechten Anfangssyphon der Pivka jama und im »Aquarium« in der Planinska jama zu erklären (Abb. 11; 6, 15, 16), die alle z. Z. der Messung keine direkte Verbindung zur in der Nähe vorbeifließenden Pivka besaßen.

Auch unabhängig vom Fremdfluß können Luftkonvektionen eine Rolle spielen; im Vilharjev rov sind diese auch im Sommer bemerkbar. Sie scheinen im Zusammenhang mit Druckschwankungen an den Höhleneingängen zu stehen. Hierdurch sind die gegenüber dem Perkov rov größeren Temperaturschwankungen (Abb. 11; 8 a, 9 a, 10 c im Winter; 8 b, 9 b, 10 f im Sommer) zu erklären.

Sehr eindrucksvoll ist im Winter das Einstürmen der Kaltluft in den Vilharjev rov durch den Kriechgang. Bei Ostwind und Frost in der Außenwelt bläst hier ein Wind von 6–8 m/s mit Temperaturen unter 0° C, was Abkühlung und starke Nebelbildung im Mittelteil des Vilharjev rov zur Folge hat. Nur die Enge des Kriechganges (kleinster Querschnitt etwa 0,3 m²) verhindert dann, daß der Vilharjev rov einen ähnlich wechselnden Temperaturgang aufweist wie die Črna jama.

Allein wenn die Temperaturdifferenz zwischen Vilharjev rov und Črna jama weniger groß ist, können Luftbewegungen in umgekehrter Richtung sich durchsetzen. Dann kann der Vilharjev rov durch Konvektion aus der Postojnska jama über den Schmutzigen Gang oder andere Spaltensysteme erwärmt werden. Auch wenn die Lufttemperatur im Vilharjev rov die des aus Zufluß II zuströmenden Wassers nur um ein Geringes übertrifft, wird die Wassertemperatur bis zum Endsyphon des Mäuseganges der Luft weitgehend angeglichen. Dies ist eine Folge der ständig im Vilharjev rov beobachtbaren Luftbewegung und der großen Oberfläche des

Gerinnes. Es zeigt sich nämlich, daß in dem ausgedehnten Anfangsbecken nur die oberste Schicht an der Strömung teilnimmt und erwärmt wird. Hiermit ist zugleich bewiesen, daß die Luftkonvektion und nicht etwa submerse Zuflüsse die Erwärmung bewirken.

Die Erwärmung des Wassers im Vilharjev rov wirkt sich bis in den Wassergang der Črna jama aus (Querströmung, S. 27). Hier finden sich im Sommer regelmäßig, nur von Zeiten des Hochwassers unterbrochen, höhere Wasser- als Lufttemperaturen (Differenz im Sommer ca. 4°C , Abbildung 11; 14 f). Es kommt nicht zu einem wesentlichen Temperatúraustausch, weil die Luft ruht (»Kühltruhe«) und die Oberfläche des Beckens klein im Verhältnis zur submers durchströmenden Wassermenge ist.

Im Winter allerdings setzt sich der Eishöhlencharakter der Črna jama durch, so daß in der Tiefe des Wasserganges ständig kalte Luft nachströmt. Jetzt werden alle Becken im Wassergang in ihrer Temperatur gegenüber den sonstigen Kluftsohlengewässern nachhaltig beeinflußt (Abb. 11; 14 d und Abb. 10).

Während wir im Sommer in den Becken der Črna jama bis zu $10,4^{\circ}\text{C}$ gemessen haben, wurden im Winter $2,35^{\circ}\text{C}$ gemessen; nach dem Verlauf der Temperatur zu der betreffenden Zeit kann auf noch tiefere Werte anläßlich einer schweren äußeren Frostperiode extrapoliert werden (Abb. 10).

Diese Beobachtungen stehen in eindeutigen Gegensatz zu den Angaben von Stieve (1919) und Kammerer (1912), die im gleichen Gewässer Temperaturkonstanz gefunden zu haben glauben. Wieder andersartige Verhältnisse liegen bei Zufluß III vor, der, wie oben erwähnt, wahrscheinlich eine Dolinenverbindung zur Erdoberfläche besitzt. In der Nähe finden sich zwei große Dolinen (s. Abb. 1), die fast bis zur Tiefe der Höhle hinabreichen. In der gleichen Region liegt nach Kraus (1896) auch eine kleinere Höhle (Jama na poti). Im Anfangssiphon (von Zufluß III) läßt die Temperatur, im Gegensatz zu anderen Kluftsohlengewässern, den Einfluß von oberirdischen Frostperioden, wie auch den Beginn der Schneeschmelze unvermittelt erkennen (Abb. 10). Die Temperaturänderungen in Zufluß III unterscheiden sich vor allem dadurch von denen der übrigen Kluftsohlengewässer, daß sie auch bei konstanter Schüttung eintreten. Das Becken im Schmutzigen Gang, an dem nur eine Temperaturmessung vorgenommen werden konnte (Abb. 11; 11), zeigte zur selben Zeit wie Zufluß III die gleiche, auffällig niedrige Temperatur ($7,6^{\circ}\text{C}$) bei Schneeschmelze. Hieraus ist auf einen möglichen Zusammenhang mit den benachbarten Gewässern von Zufluß III zu schließen.

Ein zunächst paradox erscheinender Einfluß von Außenbedingungen wurde etwa eine Woche nach einem Wolkenbruch (3. 8. 56) an mehreren Kluftsohlengewässern beobachtet. Die unmittelbar vorher zwischen 9 und 10°C liegenden Temperaturen (Abb. 11; 10 f, 12 d) sanken nach dem heftigen Sommerregen (ca. 14°C) auf etwa $7,4$ – $7,7^{\circ}\text{C}$ (Abb. 11; 10 g, 12 f). Dieser Temperaturabfall kann wohl nur dadurch erklärt werden, daß die Wassermassen beim (teilweisen) Versickern in den oberflächlichen Regionen des Karstes eine vorher nicht durchflossene, stark unterkühlte Zone des Gesteins passiert haben. — Es sei daran erinnert, daß der ganze Februar des gleichen

Jahres extrem niedere Temperaturen bis -31°C , Tagesmittel bis zu -16°C , aufzuweisen hatte. — Da die Schüttung nicht merkbar erhöht war, ist anzunehmen, daß das dem »normalen« Kluftsohlenwasser beigemischte kalte Sickerwasser bis dicht an den Nullpunkt abgekühlt war. Aus dem relativ raschen Auftreten der Abkühlung nach dem Wolkenbruch ist weiter zu schließen, daß das betreffende Wasser nicht durch den »zentralen Speicher« des Kluftsohlenwassers, das Javornikgebirge, geflossen ist. Dessen Inhalt muß wenigstens die Versorgung für mehrere Monate decken; ähnlich lange müßte der Durchfluß dauern.

Damit stoßen wir wieder auf das eingangs dargestellte Problem. Aussagen über ein nicht zugängliches System von Kluftsohlengewässern zu gewinnen. Aus der Übereinstimmung und Konstanz der Temperaturen in allen »unbeeinflussten« Kluftsohlengewässern muß geschlossen werden, daß der zugehörige Speicher die ihm zugeführten Wassermassen und Wärmemengen mindestens über ein Jahr integriert. Dies schließt nicht aus, daß Teile, die der Oberfläche näher liegen, jahresrhythmische Impulse erhalten (z. B. Zufluß III). Derartige Schwankungen werden aber im Zentrum des Speichers von der gesamten Wärmekapazität, die aus Wasser- und Gesteinsmassen besteht, abgefangen, bevor das Wasser durch unzählige Klüfte rinnend den Speicher wieder verläßt.

Zweifellos hält das Kluftgeflecht des Javornikgebirges die Niederschläge in ganz anderem Verhältnis zurück als die Klüfte des *alpinen* Karstes, dessen Quellen beträchtlichen jahreszeitlichen Temperatur- und Schüttungsschwankungen unterworfen sind. Die Temperaturkonstanz der Quellen und Kluftsohlengewässer des Javornikgebirges findet eine Parallele in dem Verhalten der Quellen aus tiefgelegenen diluvialen Schichten. Wahrscheinlich sind auch die Klüfte und antiquierten Flußhöhlen des Javornikgebirges mit Verwitterungsrückständen (Schotter, Sande und Höhlenlehm) von außerordentlichen Mengen (= Wasserkapazität) erfüllt. Durch verschiedene künstliche Stollen im Höhlenbereich werden derartig gefüllte Klüfte angeschnitten.

Eine von der *Konstanz* der Temperatur der Kluftsohlengewässer zunächst unabhängige Frage ist die nach deren *Höhe* von etwa 9°C . Die gleiche Temperatur haben Kenk u. Seliškar (1932, zitiert nach Hawes, 1939) auch in anderen Teilen des slowenischen Karstes gemessen. Während die Grundwassertemperatur homogen-durchlässiger Böden in einiger Tiefe der mittleren Jahrestemperatur des Gebietes entspricht, gilt dies nicht für die Karstgewässer, was sich folgendermaßen erklären läßt.

Der Temperaturgang der oberflächennahen Boden- und Luftschicht hängt von Wärmezugang und Verlust durch kosmische Wechselwirkung sowie vom Wärmeaustausch zwischen Niederschlag und Boden und bei Luftbewegung ab. Von der Karstoberfläche zu den

hier interessierenden Gerinnen ist eine echte Wärmeleitung wegen der tiefen Lage in der Regel nicht möglich. Es bleibt das versickernde Wasser als der wichtigste Mittler der von außen an die unterirdischen Bezirke abgegebenen Wärmemenge (Wärmescheinleitung). Während jedoch der homogendurchlässige Boden einen vollständigen Temperatúrausgleich mit dem eindringenden Niederschlagswasser vollzieht, spielt dieser Vorgang im Karstgestein wegen des raschen Vertikalabflusses des Wassers durch Klüfte und Schächte keine wesentliche Rolle. Damit gewinnt für die Grundwassertemperatur des Karstes die Temperatur der Niederschläge entscheidende Bedeutung.

Das Javornikgebirge liegt innerhalb der Januar-Isotherme von 0°C . Von Extremen abgesehen, liegt im Winter eine Schneedecke von einigen Zentimetern bis Dezimetern. Strenge Fröste teilen sich hauptsächlich dem Gestein mit. Die Schneeschmelze wird in der Regel durch Sonneneinstrahlung bewirkt, wobei Verdunstung das Entstehen von Schmelzwasser abschwächt. Dieses hat daher für die Temperatur des Grundwassers keine große Bedeutung. Auch warme Gewitterregen des Sommers vermögen oft nicht das Aufnahmevermögen der Humusschicht des (hier bewachsenen) Karstes zu sättigen. Somit gelangen auch keine wesentlichen Mengen warmen Wassers in die Tiefe. Es ergibt sich, daß vor allem die *Temperatur der Dauerregen* für die Grundwassertemperatur wesentlich ist. Die Regentemperaturen werden von den meteorologischen Stationen zwar nicht direkt gemessen, lassen sich aber in gewissem Umfange aus den Messungen der Tagestemperatur zurückgewinnen. Die uns zugänglichen unvollständigen Daten lassen Temperaturen zwischen 6 und 15°C für Dauerregen erkennen, wobei zwischen Winter und Sommer keine beträchtlichen Unterschiede zu bestehen scheinen. Diese Werte stimmen mit der Annahme überein, daß die Temperatur der anhaltenden Niederschläge die Temperatur der Höhlengewässer (ca. 9°C) im jugoslawischen Karst im wesentlichen bestimmt. Dagegen liegt diese Temperatur eindeutig höher als die mittlere Jahrestemperatur des Gebietes. Dieses liegt nach der »Karte der mittleren wirklichen Temperaturverteilung in Europa« von Knoch (1951) zwischen der 6 und 8° Isotherme. Das Haupteinzugsgebiet der Gewässer ist das Javornikgebirge, welches von der 6° Isotherme umschlossen wird, d. h., eine darunter liegende mittlere Temperatur besitzt.

Die Differenz zwischen der mittleren Jahrestemperatur und der Wassertemperatur der Höhlen kann auch nicht durch die Annahme einer Erwärmung des Wassers erklärt werden, sei es durch Fäulnisprozesse, sei es durch Erdwärme. Für die erste Annahme fehlen mengenmäßig alle Voraussetzungen. Die Erdwärme ist bedingt durch die Radioaktivität des Gesteins; das den jugoslawischen Karst bildende Kalkgestein gehört aber zu den strahlungsärmsten Gesteinen (Berg 1949).

Die hier dargelegte Auffassung steht im Gegensatz zu der Ansicht von Strouhal (1939), Rüttner (1952), Lengersdorf (1952) und Steiner (1952), die allgemein eine Übereinstimmung der Temperatur der Höhlengewässer mit der mittleren Jahrestemperatur annehmen.

2. Temperaturen bei Hochwasserkatastrophen.

Für die Temperaturverhältnisse in den Karsthöhlen sind die von Zeit zu Zeit eintretenden Hochwasser atypisch. In den schon erwähnten zwei Fällen konnten auch die Temperatúrauswirkungen verfolgt werden. — Das ganze vom Hochwasser erreichbare Höhlen-

system wird einheitlich auf die Temperatur des vorangehenden Dauerregens gebracht, die zwischen 5 und 9° C liegt (Abb. 10). Dies bedeutet für den z. Z. des Hochwassers nicht zugänglichen Zufluß II eine Abkühlung auf 7–8° C (Messung im Vilharjev rov, s. Abb. 10). Für die exponierten (im Winter unterkühlten) Becken der Črna jama bedeutet es ein Ansteigen auf die gleiche, d. h. den konstanten Kluftsohlgewässern ähnliche Temperatur. Der in Abb. 10 dargestellte Temperaturgang nach Schluß dieses Hochwassers läßt erkennen, daß bei Niedrigwasser (2. 2. bis 3. 3. 1956) die vorher »gleichgeschalteten« Temperaturen der einzelnen Höhlenteile wieder beträchtlich divergieren.

Die Niederschlagstemperaturen schwacher Hochwasser streuen an sich stärker als die auf länger dauernde Regenfälle zurückgehenden starker Hochwasser. Der Effekt kann verstärkt werden, wenn, wie im Winter 1956 (5. bis 6. 3.), eine verhältnismäßig geringe Niederschlagsmenge auf einen Boden fällt, der durch eine vorangehende Frostperiode zu extremen Temperaturen unterkühlt ist (entsprechend Umgekehrtes dürfte im Sommer gelten, konnte aber nicht beobachtet werden). Abb. 10 zeigt, daß das schwache (kalte!) Hochwasser (4. bis 9. 3. 56) den Vilharjev rov wesentlich weiter abkühlte als das vorangegangene (2,0 entgegen etwa 5° C). Der nicht erfaßte Zufluß III zeigt am Anfangssiphon den Dolineneinfluß (s. S. 31), an seinem Endsiphon eine weitere geringfügige Erniedrigung infolge Luftabkühlung im Vilharjev rov. Im ganzen sind nach Abb. 10 die Temperaturänderungen und -differenzen in und zwischen den einzelnen Höhlenteilen bei dem schwachen Hochwasser viel nachhaltiger als bei dem vorangehenden starken.

Die Hochwasser haben zwar einen Einfluß auf die Temperatur der das Höhlensystem wieder (ohne Mischung mit der Pivka) *verlassenden* Kluftsohlgewässer. Die *einmündenden* Kluftsohlgewässer jedoch sind teils (I und III) unerreichbar für das Hochwasser, teils (II) zeigt der Temperaturgang (Abb. 10) während und unmittelbar nach dem Hochwasser, daß die Überflutung des Anfangssiphons nicht zum Eindringen größerer (unterkühlter) Wassermengen in die vorgelagerten Klüfte geführt hat. Alle Befunde sprechen dafür, daß sich Hochwasser nicht rückwärts in Richtung auf den zentralen Speicher auswirkt.

III. Besprechung

Die Untersuchung von Wasserführung und Temperaturgang in den vorher in ihrer Morphologie beschriebenen Höhlen zeigt, daß zwischen dem Fremdfußgebiet und dem »zentralen Speicher« mit seinen unberührten Abflüssen eine ausgedehnte Übergangszone mit charakteristischen Eigenschaften besteht, die z. T. im jahreszeitlichen Wechsel, bald mehr von dem ersten, bald von dem zweiten Gebiet her bestimmt werden.

Diesen Bereich, in dem allein Olme beobachtet werden, wollen wir im folgenden als Randökotop des Olms bezeichnen. Das dem Randökotop vorgelagerte Gebiet von Kluftsohlengewässern bis zum zentralen Speicher betrachten wir als Hauptökotop des Olms, was an anderer Stelle (Briegleb 1962, vgl. auch Briegleb u. Schwartzkopff 1961) noch eingehender begründet wird.

Der Randökotop ist dadurch ausgezeichnet, daß die abiotischen Faktoren (Temperatur, mechanische Wasserwirkung) über längere Zeiten hinweg das Leben des Olms gestatten. Jahreszeitliche und aperiodische Einflüsse können sich hier jedoch bemerkbar machen. Aus allen Beobachtungen kann extrapoliert werden, daß die Lebensbedingungen im Hauptökotop konstanter und damit möglicherweise für den Olm günstiger sind.

E. ZUR SUSSWASSERFAUNA DES HÖHLENSYSTEMS VON POSTOJNA

I. In den einzelnen Höhlenteilen beobachtete Tiere

Bei allen Begehungen der tiefen Höhlen, jedoch nicht im Eingangsgebiet, haben wir die makroskopisch feststellbaren Limnobionten in den verschiedenen Gewässern zu ermitteln versucht. Obwohl es dabei in erster Linie auf den Olm und die mit ihm unmittelbar zusammenlebenden Krustazeen (*Troglocaris*, *Niphargus*) ankam, wurden auch sonstige, insbesondere xenobiontische Arten berücksichtigt.

Für die Beobachtung von Olmen war es besonders wichtig, Bodenerschütterungen zu vermeiden, da die Tiere hierauf regelmäßig in unzugängliche Höhlenteile flüchteten. Auch stärkere Belichtung wirkt nach einiger Zeit störend. Die Xenobionten werden durch Licht in der Regel angelockt.

1. Tiere aus dem Fremdflußhöhlenverlauf der Pivka.

Auch typische Bewohner des oberirdischen Pivka-Laufes treten nach und nach Hochwasser in allen von diesem erreichten Teilen des Höhlensystems auf, wo sie sich einige Wochen bis Monate halten können. Damit ist die Möglichkeit einer Begegnung mit dem Olm gegeben.

So wurden mit einiger Regelmäßigkeit *Leuciscus spec.* (bis zu 20 cm Größe) im Anfangsbecken des Vilharjev rov (27. 3. 1956 nach Überschwemmung im Januar und 17. 6. 1957), im Becken des Schmutzigen Ganges (7. 3. 1956) und im Becken beim rechten Anfangssiphon der Črna jama (22. 1. 1956) gesehen. Im Verlauf des Pivka-Gerinnes haben wir sie ebenfalls (Magdalena jama, Endsiphon der Pivka jama) angetroffen.

Für *Phoxinus laevis* L. gilt ähnliches, doch waren die Individuenzahlen bedeutend höher (Anfangsbecken im Vilharjev rov 27. 3. 1956; Becken im Schmutzigen Gang 7. 3. 1956; Becken beim rechten Anfangssiphon der Črna jama ca. 50 Tiere, 22. 1. 1956; Endsiphon der Pivka jama ca. 100 Tiere, 6. 8. 1956).

Im Endsiphon der Pivka jama haben wir im August 1956 Fischbrut von 15–30 mm Länge angetroffen, die dorthin nicht durch das letzte Winterhochwasser vertragen worden sein kann. Die Art konnte nicht bestimmt werden. Echte Höhlenfische (auch *Paraphoxinus*) gibt es hier nicht. — In diesem Siphon wurde auch die einzige Forelle (ein 25–30 cm langes Tier) gesehen (6. 8. 1956).

An Arthropoden finden sich gelegentlich im Verlauf des Pivka-Gerinnes Larven von Steinfliegen (Plecoptera), Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Stechmücken (Culicidae) und Köcherfliegen (Trichoptera). In der Grenzzone haben wir sie nicht angetroffen, doch ist die Möglichkeit nach einem sommerlichen Hochwasser zweifellos gegeben. *Gammarus pulex* wurde durch das Winterhochwasser vom 10.—20. 1. 1956 in großen Mengen eingeschwemmt. Am 28. 1. 1956 haben wir zahlreiche Individuen im Endsiphon des Vilharjev rov (inzwischen vom Pivka-Wasser isoliert) beobachtet. Am 27. 2. 1956 war die Zahl merklich vermindert, 7 Monate nach dem Hochwasser (3. 8. 1956) fand sich kein *Gammarus* mehr vor. Da bei den letzten Kontrollen nur vereinzelt Olme angetroffen wurden, sind die Krebse wahrscheinlich nicht gefressen worden, sondern haben sich im ungeeigneten Biotop nicht erhalten können.

Auch der in der Pivka massenhaft auftretende Flußkreb (*Astacus fluviatilis*) wird in der Grenzzone, die ihm zumindest bei Hochwasser frei zugänglich ist, nicht gefunden. Dagegen siedelt er im ganzen Bereich des Pivka-Gerinnes bis zum Endsiphon der Pivka jama und läßt in Pigmentierung (H a m a n n, 1896) und Verhalten Anpassung an das Höhlenleben erkennen.

Sehr häufig wurden Cyclopiden angetroffen, die nicht identifiziert wurden und bei denen es daher unentschieden bleibt, ob es sich um echte Höhlentiere handelt. Das gleiche gilt für eine Planarie, die sich gelegentlich in Massen vermehrt (6. 8. 1956, Becken in der Črna jama). Eine große, räuberische Planarienart war weniger häufig (10. 8. 1955, 16. 6. 1957, »Aquarium« in der Planinska jama). Am gleichen Ort wurde ferner ein kleiner Wasserkäfer gesehen, sowie ein besonders groß entwickelter Spongillide (16. 6. 57, 3 Kolonien, ca. 5 mm hoch, flächig ausgebreitet am senkrechten Fels, größte Kolonie ca. 10 cm im Durchmesser.). (Vgl. auch K a r a m a n 1935).

2. Tiere aus der Mischungszone bzw. dem Kluftsohlenwasser

Nur in einzelnen Exemplaren fanden wir (»Aquarium« in der Planinska jama, 10. 8. 1955, 16. 6. 1957) den hier farblosen *Asellus aquaticus* (vgl. C o s s w i g 1960) und zwei ebensolche Egelarten. Charakte-

ristisch für die untersuchten Gewässer ist aber der Olm, und mit ihm zusammen treten *Troglocaris schmidti* Dormitzer und *Niphargus orcinus virei* Chevreux auf. Wir verfolgen deren Vorkommen in der Reihenfolge der verschiedenen Kluftsohlengewässer wie in Teil III, 2 b besprochen:

In den Becken von Zufluß I der Magdalena jama werden am 28. 2. 1956 5 Olme (20—25 cm lang) gesehen; dazu ein Jungtier von 4,5 cm Länge. Nach der Beobachtung eines 4 cm langen Tieres durch Schmarda (1878) der kleinste bisher gefundene Olm. — Am 9. 8. 1956 sind im Anfangssyphon zwei mittelgroße Olme. — In den südlich gelegenen Becken finden sich am 28. 2. 56 (→ 1 in Abb. 2) 2 Olme von etwa 22 cm Länge; am 9. 8. 1956 besteht hier (1 a in Abb. 2) eine *Troglocaris*-Kolonie von etwa 100 Tieren, keine Olme.

Die Gewässer des Perkov rov wurden am 28. 2. und 9. 8. 1956 untersucht. Zum ersten Zeitpunkt machten sich die Nachwirkungen des vorangegangenen Hochwassers dadurch noch bemerkbar, daß keine (gegen mechanische Störung sehr empfindliche) Troglocaren gefunden wurden. Im August leben zahlreiche Troglocaren im Anfangssyphon von Zufluß II. Etwa 20 Olme, gegen 30 cm lang und besonders gut genährt, finden sich (28. 2.) im Endsiphon des Perkov rov an der Einmündung des Gerinnes von Zufluß II. Die Frage bleibt offen, ob sie hier das Hochwasser überstanden oder nachträglich eingewandert sind. Trotz der Größe lassen herausgefangene Tiere keine aktiven Gonaden erkennen. Ein Männchen erbricht einen angedauten *Niphargus*. Ein anderes, altes Männchen ist weißlich, krankhaft gefärbt, die Kiemen sind verstümmelt und am Schwanzende fehlen etwa 30 mm; die offenen Wundränder sind leicht verpilzt. Am 9. 8. 1956 finden sich in den verschiedenen Becken 2 Gruppen von je 6 besonders großen Olmen, zum Teil wieder an der Gerinneeinmündung. Eine Gruppe von 3 Tieren liegt auf einer Schwemmbank mit einander zugewandten Köpfen, wie wir es später bei der Balz im Laboratorium beobachtet haben. Die Tiere tauchen weg, ehe sie gefangen und auf ihre Gonadenaktivität untersucht werden können; eines von ihnen gehört zu den größten von uns überhaupt beobachteten (35 bis 40 cm lang).

Das erste Becken im Anfangsteil im Vilharjev rov (S. 12) konnte regelmäßig (20 ×) kontrolliert werden. Während des Hochwassers im Januar 1956 werden insgesamt 7 Einstiege unternommen, wobei zum Teil mittels Schlauchboot in den Bereich des Anfangssyphons vorgestoßen werden kann, ohne daß Olme beobachtet werden. Erst am 27. 2. (Niedrigwasser) werden im Anfangsbecken 3 zwischen 18 und 25 cm lange Olme gesehen.

In ähnlicher Weise ist eine Kontrolle während des mittleren Hochwassers Anfang März 1956 ergebnislos; erst bei dessen Zurückgehen am 9. 3. und 11. 3. zeigen sich insgesamt 5 Olme (zwischen 20 und 25 cm Länge).

Bei einer Kontrolle (Niedrigwasser) am 17. 6. 1957 beobachten wir 5 Olme (20—25 cm lang). Am folgenden Tage sind sie nicht mehr anzutreffen. Wir machen sehr häufig die Erfahrung, daß nach einer starken Störung ein Olmbecken einige Tage lang nicht besetzt ist: offenbar wandern die Tiere vorübergehend in benachbarte Bezirke ab.

Im gleichen Becken des Anfangsteiles des Vilharjev rov konnten wir am 10. 8. 1955 ein Olmpaar beobachten, welches wahrscheinlich balzte. Das Weibchen war ungewöhnlich groß, dicker als alle später im Ökotopt beobachteten Tiere (einschließlich von Weibchen, die im Laboratorium zur Zucht gebracht wurden), also zweifellos geschlechtsreif. Das zweite, als Männchen angesprochene Tier bewegte sich dicht neben dem Weibchen und folgte diesem, als es schließlich gestört auswich. Diese unvollständige Beobachtung wird deswegen hier erwähnt, weil das aus dem Laboratorium bekannte Balzverhalten im natürlichen Biotop bisher noch nicht beobachtet worden ist. —

Um die gleiche Jahreszeit wurden ein Jahr später (3. 8., 7. 8., 13. 8. 1956) am selben Ort verschiedene erwachsene Tiere und ein junges Tier von etwa 8 cm Länge beobachtet, jedoch kein Balzverhalten. (Im übrigen kann nicht erwartet werden, daß das Balzverhalten einen Jahresrhythmus aufweist.) Ein bei dieser Gelegenheit gefangenes relativ dickes Weibchen ließ im Laboratorium erst nach 4 Monaten Anzeichen der Geschlechtsreife erkennen.

In den stromabwärts anschließenden Becken des Vilharjev rov bis zum Gerinne und Endsiphon des Mäuseganges waren dagegen niemals Olme anzutreffen, wohl aber *Niphargus* und eine Planarienart. Die Bevorzugung des Anfangsbeckens zeigt, daß die Olme keineswegs alle ihnen zugänglichen und Nahrung bietenden Gewässer regelmäßig besetzen. Der Grund für die Bevorzugung könnte darin liegen, daß nur die unbesetzten Teile eine (geringe) Strömung erkennen lassen, der der Olm entgegen wandert.

Während am 31. 1. 1956 im Anfangsteil des Vilharjev rov wohl in Nachwirkung eines Hochwassers keine Olme sichtbar sind, finden sich 4 Tiere (23—26 cm) im Becken des benachbarten Schmutzigen Ganges. Am 7. 3. 1956 werden dort 3 Tiere beobachtet, dazu eine mittelgroße Kolonie von *Troglocaris*. Einige Fische (*Phoxinus*, *Leuciscus*), *Gammarus* sowie Regenwürmer und ein Stengel *Ceratophyllum* sind ein Zeichen der Einwirkung des vorangegangenen Hochwassers.

Die Becken im Mittelteil des Vilharjev rov haben bei fast allen Kontrollen des Ganges einzelne Olme enthalten, darunter einmal ein etwa 10 cm großes Jungtier. Diese Becken können vom Olm nur während des Hochwassers erreicht werden.

Das von Sickerwasser durchflossene Becken im Endteil des Vilharjev rov (vor der Einmündung von Zufluß III, s. S. 14) hat niemals Olme oder *Troglocaris* enthalten, dagegen wurde hier *Niphargus* beobachtet.

Der Anfangssyphon von Zufluß III wurde insgesamt 11 × kontrolliert. Am 17. 1. 1956 »klettert« ein etwa 15 cm langer Jungolm an

der senkrechten Wand des Siphons ca. 30 cm unter der Oberfläche auf der Jagd nach *Troglocaris*, außerdem finden sich im abführenden Gerinne Niphargen. Vermutlich der gleiche Jungolm wird am 30. 1. und 1. 3. 1956 beobachtet. Am 3. und 5. 3. 1956 ist kein Olm zu sehen, dafür ist eine *Troglocaris*-Kolonie von etwa 50 Tieren eingewandert. Am 9. 3. ist der in den Vortagen ausgewichene (?) 15 cm lange Jungolm wieder im Anfangssiphon, ebenso am 11. 3. 1956. Bei Wiederaufnahme der Kontrollen im Sommer (3. 8. 56) findet sich eine Ansammlung von mehreren 100 Niphargen auf einigen Hände-voll eingeschwemmter Holzreste (auf die Dolinenverbindung des Zuflusses wurde oben hingewiesen). Ein mittelgroßer Olm nährt sich seinerseits von den Niphargen. Ferner finden sich vereinzelt Troglacaren, z. T. geschlechtsreife Weibchen. Am 13. 8. ist der Olm wohl auf Grund der starken Störung verschwunden. Um dieselbe Jahreszeit (10. 8.) fanden sich 1955 zwei Olme im Anfangssiphon, am 18. 6. 1957 keine Olme.

Der Gang von Zufluß III, in dem sich auch ein kleines Becken findet, ist regelmäßig von *Niphargus* besiedelt, doch konnten hier, außer in unmittelbarer Nähe des Siphons, niemals Olme beobachtet werden (vgl. die Verhältnisse im Mäusegang, S. 42). Im abwärts folgenden Becken im Endteil des Vilharjev rov konnten meist ein oder zwei Olme (20–25 cm) beobachtet werden (ein Aufsteigen in den Zuflußgang ist bei Niedrigwasser für Olme nicht möglich).

Im Endsiphon des Vilharjev rov wurden bei insgesamt 11 Kontrollen fast immer mehrere Olme, dagegen *Troglocaris* nur ausnahmsweise (1 Exemplar) angetroffen; häufiger findet sich *Niphargus*. Bei der ersten Begehung am 28. 1. 1956 (kurz nach dem Hochwasser) finden sich, möglicherweise »verschwemmt«, besonders zahlreich (etwa 15) Olme. Am 27. 2. 1956 sind es 4, am ersten März noch 3 Olme, während am 3. und 5. 3. keine Olme, wahrscheinlich infolge der Störung, anzutreffen sind. Am 7. 3. können wieder 8, am 9. 3. wieder 3 Olme beobachtet werden, die zwei Tage später ebenfalls nicht anzutreffen sind. Im August des gleichen Jahres (3. 8., 13. 8.) werden 3 bzw. 4 krankhaft blaß und mager erscheinende Olme beobachtet. Auch im Sommer 1957 (18. 6.) finden sich (2) auffällig unterernährte, z. T. verpilzte Tiere.

Die wiederholte Beobachtung geschwächter oder kranker Olme im gleichen Becken geht möglicherweise auf einem Zufall zurück. Vielleicht ist dieser Befund aber auch als Zeichen dafür anzusehen, daß die Kluftsohlengewässer (hier ein recht geschützter Abschnitt der Grenzzone) den Olmen keineswegs immer optimale Lebensbedingungen bieten.

Der hydrographisch an den Endsiphon des Vilharjev rov anschließende rechte Anfangssiphon der Črna jama hat niemals kranke Olme enthalten. Vom 16. bis 21. 1. 1956 bei starkem bzw. stärkstem Hochwasser waren hier keine Olme zu sehen. Am 22. 1. halten sich trotz des Hochwassers (abklingend) in dem wegen des weiten Querschnittes nur sehr langsam durchströmten Becken 3 Olme auf, am

folgenden Tage 4 (20–24 cm Länge). Bei fallendem Wasser strömt am 27. 1. ein etwa 40 cm tiefes Gerinne aus dem Syphon zum nächsten Becken. Trotz der starken Strömung kriecht ein Jungolm (17 cm lang) in der Rinne umher. Bei Störung schwimmt er positiv rheotaktisch auf, erreicht aber nur gerade die Wassergeschwindigkeit. Im Sommer des gleichen Jahres (19. 6. 56) beobachten wir hier 6 Olme zwischen 18 und 23 cm Länge.

Im benachbarten linken Anfangssyphon der Črna jama werden auch bei Hochwasser am 22. 1. 1956 vier mittelgroße Olme beobachtet, die in die Tiefe des Syphons fliehen. Nach dieser Störung finden sich in den folgenden Tagen (23., 27. 1.) keine Olme. Auch am 11. 3. 1956, bei extremem Niedrigwasser, sind keine Olme zu sehen, dagegen finden sich bei gleichen Wasserverhältnissen am 3. 8. 1956 hier etwa 15 Olme zwischen 20 und 28 cm Länge. Die Olme sind alle in bestem Ernährungszustand. Das ist darum besonders beachtlich, weil das wenig Wasser enthaltende Becken reichlich Faulschlammablagerungen aufweist, wahrscheinlich also sauerstoffarm ist.

Im großen Becken im Wassergang der Črna jama werden ebenfalls häufig Olme gefunden. Am 10. 8. 1955 wird hier neben 4 Tieren von 20–25 cm Länge ein Jungolm von 5,6 cm gefangen. Diese und ähnliche Beobachtungen machen Kannibalismus unwahrscheinlich. Am 20. 1. 1956 werden bei starkem Hochwasser keine Olme sichtbar, ebenso nicht am 27. 2. 1956 bei Niedrigwasser. Die Temperatur beträgt an diesem Tage 2,35° C (s. S. 30). Am 5. 3. 56 werden bei einer Temperatur von nur 4° C zwei Olme bei der Nahrungssuche beobachtet. Im Sommer 1956 (6. 8.) und 1957 (19. 6.) werden hier 1 bzw. 2 mittelgroße Olme festgestellt.

Auch der Endsiphon der Črna jama enthält bei stärkstem Hochwasser (20. 1. 1956) keine Olme, dagegen am 5. 3. 1956 zwei Olme (18 und 23 cm lang); am 19. 6. 1956 sind wieder keine Olme zu sehen. Im Winter 1959 sind meine jugoslawischen Freunde I. Michler und F. Hribar bei ungewöhnlich niedrigem Wasserstand (s. S. 16) in den Düker des Endsiphons eingedrungen und haben hier »sehr viele« Olme (vermutlich gegen 50) beobachtet. — Die verschiedenen Teile der Črna jama sind seit über 100 Jahren wegen ihrer relativ leichten Zugänglichkeit der bevorzugte, anscheinend unerschöpfliche Fangplatz für Olme. —

In dem (an die Črna jama anschließenden) rechten Anfangssiphon der Pivka jama werden am 20. 1. 1956 keine Olme oder andere Antrobionten festgestellt, während das Hochwasser mit großer Gewalt strömt. Am 8. 8. des gleichen Jahres findet sich bei Niedrigwasser hier ein 16 cm langer Jungolm und sehr zahlreiche *Troglocaris*. Die Krebschen scheinen sich von faulenden Baumstämmen (eingetragenes Bauholz) zu nähren.

Im räumlich benachbarten, hydrographisch streng getrennten linken Anfangssiphon der Pivka jama, der von uns nur einmal (mittels Boot) kontrolliert werden konnte, sind nach Auskunft der sloweni-

schen Höhlenforscher noch niemals Olme gesehen worden. Im ganzen folgenden Pivka-Gerinne, wie in dem stets olmlosen Endsiphon siedelt in großer Zahl *Astacus fluviatilis*.

Wie auf Seite 19 dargelegt, verliert die Pivka ihren Charakter als Fremdfluß, nachdem sie vom Endsiphon der Pivka jama bis zum Anfangssiphon der Planinska jama in Dükern geströmt ist. Im Pivka-Arm der Planinska jama finden sich nur bei stärkstem Hochwasser (19. 1. 1956) keine Antrobionten. Im Sommer 1955 (10. 8.) werden bei Niedrigwasser ca. 50 12—32 cm lange Olme gesichtet. 1957 (16. 6.) unter ähnlichen Bedingungen sind es nur etwa 15, von diesen einer unter 10 cm lang.

Insgesamt sind von uns im Höhlensystem von Postojna (einschließlich Pivka-Arm der Planinska jama) etwa 240 Olme beobachtet worden; von diesen konnten rund 90 zur Kontrolle herausgefangen werden. Dabei ist schon der Beginn der Entwicklung der durch die Körperwand schimmernden Gonaden einwandfrei feststellbar. Bemerkenswert ist, daß die überwiegende Mehrzahl der Tiere zwischen 18 und 30 cm lang, in der Regel in gutem Ernährungszustand, aber nicht geschlechtsreif war. Auch eine größere Zahl im Laboratorium weiter gezogener Tiere erreichte ausnahmslos erst nach Monaten die Reife. — Ebenso hat STIEVE aus Fängen in der Črna jama und Planinska jama unter 45 Tieren nur 1 reifes Männchen und ein Weibchen im Beginn der Gonadenentwicklung gefunden. —

Unter den 45 von STIEVE (1919) gefangenen Olmen fanden sich 28 Männchen und 17 Weibchen (nach Präparation). Wir haben 38 Tiere im Laboratorium bis zur Geschlechtsreife gehalten, unter diesen befanden sich 16 Männchen und 22 Weibchen. Kombiniert ergibt dies ein Material von 44 Männchen und 39 Weibchen. Es liegt nahe, hieraus zu schließen, daß natürliche Zahlenverhältnis der Geschlechter 1 : 1 beträgt.

Ebenso auffällig wie das Fehlen von geschlechtsreifen Olmen im zugänglichen Teil des Ökotopts (Grenzökotop), ist die geringe Zahl von Jung-Olmen; nur 4 Tiere unter 10 cm konnten beobachtet werden. Zwölf Tiere haben wir gefunden, die zwischen 10 und 17 cm lang waren (vergleiche BRIEGLEB in Druck).

F. ZUSAMMENFASSUNG

1. Der Grottenolm, *Proteus anguinus* LAUR., tritt in bestimmten Bezirken des Dinarischen Karstes auf, die durch ein eigentümliches unterirdisches Entwässerungssystem ausgezeichnet sind. Einerseits treten oberirdische Flüsse in Höhlensysteme ein, die oft sehr große Ausdehnung gewinnen. Andererseits werden Niederschäge zunächst vertikal in die Tiefe geleitet und in umfangreichen Speichern gesammelt, aus denen ein System von Kluftsohlengewässern (horizontal) mit außerordentlichen gleichmäßigen Eigenschaften teils an die Oberfläche, teils in die Fremdflußhöhlen abfließt.

2. Im Höhlengebiet von Postojna wird die Mischungszone zwischen Fremdfluß und grundwasserartigen Kluftsohlenwasserzuflüssen im einzelnen untersucht. Die Folgen von periodischen und aperiodischen (Hochwasser) Außeneinflüssen auf Wasserführung und Temperatur werden ermittelt.

3. Den verschiedenen wasserführenden Systemen entspricht eine Faunengrenze (z. B. *Astacus* im Fremdfluß — *Proteus* im Kluftsohlenwasser), die den Nahrungsbedingungen folgt und von Hochwasserkatastrophen vorübergehend durchbrochen wird. Die hier entstehende Mischungszone zeigt ökologisch interessante Eigenschaften.

Povzetek

K POZNAVANJU EKOTOPA ČLOVEŠKE RIBICE (*PROTEUS ANGUINUS* LAUR. 1768)

Življenjski prostor človeške ribice označujejo posebne lastnosti Dinarskega kraša, kjer so na ozemlju, ki meri ok. 5600 km², nekatera njenih glavnih bivališč. Zdi se, da so le-ta deloma povezana med seboj. Karakteristične geološke in klimatske poteze tega kraša so nastale istočasno s spremembami, ki so človeški ribici onemogočile nadaljnje bivanje v površinskih vodah. Poslej se je prilagodila podzemeljskemu biotopu tako popolnoma, da so se ponovni poskusi njene preselitve v druge kraške predele, npr. v Hermannovo jamo pri Rübelandu v Harzu, doslej izjalovili.

Pričakovati bi bilo, da potrebuje jamskemu življenju tako ekstremno prilagojena žival konstantne pogoje življenjskega okolja. Takih pa v tipičnih kraških vodnih jamah, ki veljajo običajno za ekotop človeške ribice, nikakor ni. Velika kolebanja temperature zraka (sredozemska poletja, kontinentalne zime) in padavin (sušne dobe in za to pokrajino tipične povodnji) se po kraških ponorih mnogokje prenašajo v podzemeljske prostore. Tudi biološki činitelji, kakor roparski sovražniki, tekmeci v prehrani, paraziti in bolezni se po podzemeljskih odtokih površinskih tujih rek kaj lahko priselijo v bivališča človeških ribic.

»Tuje reke« Dinarskega kraša nastajajo večinoma v sosednjih, torej jamam tujih formacijah — odtod tudi njihovo ime. Tako je npr. povodje Pivke, ki ponikne v postojnski kras, večjim delom v dolomitnem flišu. Izraz »tvoja reka« označuje v tej razpravi tudi neko biološko nasprotje med površinsko vodo in jamsko nadanjo vodo, ki jo hranijo podtalni vodi podobni izviri.

Zdi se, da povzročata nestalnost življenjskih pogojev v območju tujerečnih jam na eni in omejena ekološka valenca človeške ribice na drugi strani, da človeških ribic v sprednjih delih tujerečnih jam ni najti, medtem ko nastopajo bolj ali manj redno v globljih sektorjih takih jam. S tem nikakor ni rečeno, da so ti sektorji edini pravi ekotop človeške ribice. Po visoki vodi naletimo nanje ne le v kraških izviri iznova na dan stopajočih

tujih rek, temveč se pojavljajo pogostoma tudi v izviri, ki imajo vseskozi podzemeljsko povodje.

Geomorfološka struktura krasi nas sili k domnevi, da obstajajo poleg bolj ali manj omejenih tujerečnih jam obsežni sistemi špranj, ki se njihovo vodovje (jamska nadanja voda) zbira iz ponikalnih voda obsežnih padavinskih območij. Iz tega sledi podmena, da je težišče ekotopa človeške ribice prav v takih nedotaknjenih globinah, kjer ustrezajo življenjski pogoji njenim potrebam bolj kot v tujerečnih jamah. Na začetek proučevanja ekologije človeške ribice torej lahko postavimo dve skupini problemov: 1. Kako naj odgovorimo na vprašanja po obsegu sistemov jamskih špranj, po tamošnjih življenjskih pogojih in po naseljenosti človeške ribice v njih? 2. Kako naj razsodimo, do kod smemo dostopna najdišča človeške ribice imeti za njen ekotop?

Doslej zbrani klimatski in geološki podatki nam dajejo na ta vprašanja le delen odgovor. V njihovo dopolnilo so bila potrebna nadaljnja raziskovanja v samem nahajališču človeških ribic. Iz temelja je bilo treba raziskati tudi omejitve ekotopa človeške ribice, ker se doslej še nihče ni lotil kompleksnih raziskovanj njene ekologije.

Avtor je na ekskurzijah v razne jame raziskoval značaj kraških vodnih sistemov s posebnim ozirom na nahajališča človeških ribic. Pri tem so mu sistematični lovi te živali posredovali osnovo za študij sestava njene populacije. Pri dveh ekskurzijah se mu je nudila ugodna priložnost, da so ekstremni pogoji zunanjega podnebja omogočili posebno poučna opazovanja činiteljev, ki oblikujejo predmetni ekotop.

Avtor se zahvaljuje g. prof. dr. H. Kahmannu, ki je dal pobudo za to delo in s stalnim zanimanjem spremljal njegov potek, enako tudi g. prof. dr. H. Schwarzkopffu za kritični pregled razprave. Posebno zahvalo dolguje še upravniku Inštituta za raziskovanje krasi SAZU v Postojni g. dr. R. Savniku in njegovim sodelavcem, kakor tudi g. I. Michlerju na Vrhniki in g. prof. dr. J. Hadžiju v Ljubljani za vsestransko pomoč pri njegovih raziskovanjih.

Težišče najbolje znanega in tudi raziskanega dostopnega nahajališča človeške ribice je v delih Postojnskega jamskega sistema in v pivškem rokavu Planinske jame. Verjetno obstajajo še podzemeljske zveze z nadaljnjimi, поблиže še neraziskanimi bivališči človeških ribic v vodnih jamah in kraških izviri na drugih straneh Javornikov (prim. sl. 1). Povodje Pivke, ki teče kot tuja reka skozi sistem Postojnskih jam, je pretežno v flišni coni Postojnske kotline; njegovo površino cenijo na 311 km². To veliko kotlino obdajajo z vseh strani in do največje višine 1268 m kraška gorovja, ki pošiljajo vodo svojih izvirkov k Pivki, a prihajajo vanja tudi manjši vodotoči iz fliša.

V terciaru so se kraške apnenčeve formacije dvignile in tektonsko razklale. S tem se je tu začelo podzemeljsko odtokanje vode.

Vodne jame so nastale bržčas predvsem na krajih nekdanjih površinskih vodotočev, in sicer tako, da so se večale prvotne razpoke. Verjetno

so se pristne tujerečne jame oblikovale zlasti pri nizkem in srednjem vodnem stanju, ker ima visoka voda v kraški kamenini tudi še danes veliko drugih možnosti za odtok. Poleg vodnih jam obstaja zato tudi v tistih predelih okoliških kraških gorovij, ki jih visoka voda ne dosega več, razširjen sistem v špranjah nastalih jam. Končno je tudi neposredno odtekanje voda s površja povzročilo še nadaljnje večanje prvotnih razpok. Sama po sebi je Pivka v svojem površinskem toku nižinski potok. S tem, da odteka po vstopu na kras z močnim strmcem kakor kak gorski potok, pa mu manjka za nižinski tok značilna enakomerna vodnatost. Padavine nastopajo včasih, sredozemskemu podnebj ustrežno, zelo neenakomerno. Čim prekorajijo neko mero — upoštevati je pri tem, da se suhi fliš in kras lahko prepojita z vodo kakor goba — se stekajo v Pivko brez zadržka. Zato je Pivka izrazito obdobjna reka, ki neodvisno od letnih časov lahko domala presahne. Kratkotrajne plohe pri tem često ne spremenijo prav ničesar, dolgotrajnejše deževje pa lahko povzroči nenadno povodenj. — Za hidrografijo tega kraškega ozemlja je značilno tudi pomanjkanje skupnega horizonta podtalne vode; to so izpričala vrtanja pri iskanju pitne vode.

Nasprotno obstaja v sosednjih Javornikih v nekaterih delih sistemov špranj vodni režim izvirov, ki je domala neodvisen od meteoroloških kolebanj nadanje jamske vode. Te vode se deloma izlivajo v tujerečni jamski sistem in so tu dostopne.

Za nadaljnje obstajanje populacije človeške ribice v geoloških razdobjih ne more biti nebitveno, ali so se jame razvijale v notranjost gorovja postopoma ali skokoma.

Samo del voda razsežnega Postojnskega jamskega sistema lahko velja za zanesljivo najdišče človeške ribice. Avtor je sistematično preiskal vse vode, ki so obetale uspeh. Tu gre za dva pritoka v Magdaleni jami, za Perkovo rov, za Vilharjev rov, za Vodni rov v Črni jami, za desni vstopni sifon Pivke jame ter za odseke pivškega vodotoča ob nizki vodi v Magdaleni in Pivki jami. Razen tega je preiskal še druge jame v okolici Postojne, med drugimi pivški rokav Planinske jame, Fužine pri Stari vasi in Jamo na Kremenici na južnem kraju Postojne (prim. sl. 1).

Magdalena in Pivka jama sprejmeta ob nizki vodi pivški vodotoč (dvojne puščice v sl. 2). Pri visoki vodi (črtkane puščice) razbremenjuje del zgoraj navedenih rogov Pivko na način, ki ga avtor podrobneje opisuje (gl. sl. 2). V vse te jamske predele dotekajo pritoki nadanje vode, ki se tu nabira, čim je po razpokah preniknila v globino (jamska voda). Vendar se izliva samo pritok I v tujevodno Pivko, medtem ko za čas nizkega stanja vode ni dvoma, da Pivka vode pritokov II in III ne prejema neposredno. Njuna voda se izgublja proti severovzhodu v smeri k Planinski jami, kjer se tudi Pivka iznova pojavi. V vseh rovih naletimo, in to tudi ob nizkem stanju vode, na trajno z vodo napolnjene kotanje, ki zavzemajo čestokrat vso širino prostora in utegnejo biti globoke do 6 m. V nekaterih teh kotanj bivajo človeške ribice. Iz oblike kotanj in rogov, ki so za časa nizke vode na velike razdalje suhi in ki jih prekinjajo do metra

visoke stopnje, je razvidno, da je voda skokoma erodirala horizontalno ležeče sloje. Naplavine ilovice in večji ali manjši podori to sliko še variirajo.

Recentne naplavine ilovice, ki nastajajo ob nastopu visoke vode, so namešane z najdrobnejšimi organskimi delci in imajo zato za življenjske pogoje v jami poseben pomen.

Potek jame je po eni strani odvisen od primarnih, po tektonskih silah povzročenih razpok v kamenini, po drugi pa od njene slojevitosti. Kjer ta pada, nastopajo nepristopni rovi, po katerih se pretaka voda pod pritiskom, kjer raste, pa so odprti vodotoči. Kjer odtekajo le-ti iz višjih predelov jame z močnim strmcem, ima drveča voda znatno preoblikovalno moč. V teh predelih nastajajo prav prostorni rovi z okroglim prerezom, pogostni pa so tudi podori. V nasprotju s temi odseki je pretok vode v globoko ležečih jamskih rovih skrajno šibek in korodira kamenino pretežno le po kemični poti. To ima za posledico, da se globoko ležeče razpoke večajo predvsem v horizontalno smer, ustrezno kemičnim lastnostim skladov. Ta opis pa velja samo za nizko stanje vode. Visoka voda napolnjuje tudi više ležeče dele rovov, ki imajo okrogel prerez, vendar pa se zdi, da to nima načelnega vpliva na speleogenezo. Le-ta je verjetno odvisna od »normalnih« razmer, to se pravi od razmer, kakršne so v jami za časa nizkega stanja vode.

Jamski sistem, po katerem se pretaka tuja reka, v našem primeru Pivka, deluje nanjo kot neke vrste podzemeljska čistilna naprava. V njenem začetnem delu nahajamo še grobe organske ostanke in bogato organsko naplavino. Dalje v notranjščini je naplavina redkejša, dasi voda kdaj lahko zanese tudi grobe organske snovi še globoko v podzemlje. Razsežne naplavine ilovice daleč v notranjščini jame dokazujejo, da pripušča vodni tok sedimentacijo tudi v notranjščini. V začetnem delu naletimo na biocenozo rastlinskih planktonov in od njih živečih živalic, ki je zelo podobna razmeram zunaj jame. Vse do sklepnega sifona v Pivki jami nastopajo tipični (limnični) antrobionti le tod, kjer se rečna voda meša s preniklo vodo, tako da nastane v obližju tujega vodotoča mešana cona. Nasprotno pa nahajamo v Planinski jami antrobionte povsod v vodotoču, ki ga moremo tu označiti kot »tujo reko« le še v geološkem smislu.

Površinska Pivka je, kakor že omenjeno, obdobjnega značaja. Ob dalj časa trajajoči suši, pa tudi ob hudem mrazu, se obdrže v njeni strugi le posamezne kotanje, ki niso zvezane med seboj, kljub temu, da nastaja reka iz stalnih izvirov na južnem pobočju Javornikov. Ti kraški izviri verjetno ustrezajo nadanjim vodam v notranjosti jame. Površinske kotanje, ki se v njih drži voda stalno, jamčijo za kontinuiteto biotopa kot nižinskega potoka. Kolebanja pivške nizke vode se nadaljujejo do sklepnega sifona Pivke jame. Zelo šibki podzemeljski pritoki (kakor n. pr. pritok I) pa skrbijo za to, da vodni tok popolnoma ne usahne. Šele v nedostopnem rovu med sklepnim sifonom Pivke in vstopnim sifonom Planinske jame, ki ga ni mogoče kontrolirati neposredno, se nizka voda izdatno pomnoži z jamskimi nadanjimi vodami.

Po deževju so spremembe v jamskih nadanjih vodah v primerjavi s tistimi v površinskih potokih izven kraškega ozemlja prav minimalne (to velja tudi za čas visoke vode). Tako dokazujejo n. pr. ostro začrtani sigovi robovi pri opisanih pritokih I, II in III, da so se njihovi nivoji v daljšem razvoju spremenili le prav malenkostno. Učinek površinskih padavin na jamske nadanje vode pa navzlic temu lahko razberemo iz njihovega zadržanja, dasi se le-to po posameznih opazovalnih postajah močno razlikuje. Spremembe se javljajo v toku temperature, kdaj pa kdaj tudi v skalitvi vode (kar kaže na kratkotrajno navpično zvezo z zemeljskim površjem), najmanj pa v množini vode.

Reakcija Pivke in njej priključenih jamskih predelov na padavine preseneča, kakor že omenjeno, zlasti v tem, da po sušnih dobah nastopajoči hudourni nalivi, tudi če se ponavljajo, ne povzročajo prekomernega kolebanja vodnega pretoka. Zdi se, da deluje povodje Pivke v takih primerih kot goba. Le več dni trajajoče padavine utegnejo vidno vplivati na vodnatost in nato tudi lahko povzročijo nenaden prehod v visoko stanje vode. Ta pojav se povsem sklada z lastnostmi obdodne reke.

Visoka voda lahko nastopi v vseh letnih dobah, vendar je poleti mnogo bolj redka kot pozimi. Ob dveh obiskih pozimi leta 1956 je avtor imel priložnost opazovati zelo močno visoko vodo, kakršna nastopa poprečno vsakih 4½ let, in srednje visoko vodo, le-to deloma v njenih razvojnih fazah.

Ob izsledkih merjenj razpravlja avtor tudi o vzrokih in učinkih temperaturnih kolebanj v posameznih jamskih odsekih.

Za daljnosežno stalnost vodnatosti in temperature jamskih nadanjih voda sta po avtorjevem mnenju merodajna dva činitelja: 1. se vodne količine stekajo v neke vrste »centralni zbiralnik«, 2. pa kažejo dalj časa trajajoče padavine, ki tvorijo bistveni del ponikalnih voda, poleti in pozimi podobno visoke temperature. Tako si zdaj lažje razložimo skoraj popolno izenačenje temperatur v »centralnem zbiralniku« in značilno jamsko temperaturno vrednost okoli 9°C.

Proučitev vodnega pretoka in toka temperature v jamah, ki je avtor zgoraj opisal njihove morfološke razmere, pokaže, da obstaja med področjem tuje reke in tistim »centralnega zbiralnika« z njegovimi nedotaknjenimi odtoki obsežna prehodna cona z značilnimi lastnostmi. Le-ta določa, deloma menjaje se z letnimi časi, zdaj eno, zdaj drugo obeh področij.

To cono, v kateri opazamo samo človeške ribice, označuje avtor kot obkrajni ekotop človeške ribice. Pred obkrajnim ekotopom ležeče področje jamskih nadanjih voda vse do »centralnega zbiralnika« pa ima za njen glavni ekotop, kar obravnava podrobneje na drugem mestu (prim. Briegleb, 1962).

Obkrajni ekotop se odlikuje po tem, da omogočajo abiotični činitelji (temperatura, mehanično delovanje vode) človeški ribici življenje čez daljšo dobo. Vendar pa se tu lahko pojavljajo vplivi letnih časov in aperiodični vplivi. Iz vseh opažanj lahko ekstrapoliramo, da so življenjski pogoji v glavnem ekotopu stalnejši in tako za človeško ribico morda ugodnejši.

Avtor opisuje favno, na katero je naletel v limniškem jamskem biotopu v različnih letnih časih in opozarja na opazne meje ekotopov posameznih vrst. Značilne zastopnike favne prikazuje tudi zemljevidna skica biotopa raziskanega jamskega sistema.

Literatura

- Berg, H.: Einführung in die Physik der festen Erdrinde. Stuttgart 1949.
- Briegleb, W.: Zur Biologie und Ökologie des Grottenolms (*Proteus anguinus* LAUR. 1768). Z. Morph. Ökol. Tiere 51, 271—334 (1962).
- Briegleb, W. u. J. Schwartzkopff: Verhaltensweisen des Grottenolms (*Proteus anguinus* LAUR.) und das Problem des Fortpflanzungsraumes. Naturwissenschaften 48, 701—702 (1961).
- Habe, F. u. F. Hribar: Raziskava odtočnega sifona Pivke v Pivki jami. Acta carsologica (Ljubljana) 1, 169—172 (1955).
- Hamann, O.: Europäische Höhlenfauna. Jena 1896.
- Hawes, R. S.: The flood factor in the ecology of caves. J. anim. ecol. 8, 1—5, (1959).
- Kammerer, P.: Experimente über Fortpflanzung, Farbe, Augen und Körperreduktion bei *Proteus anguinus* LAUR. — Vererbung erzwungener Farbveränderungen. III. Mitt. Arch. Entwickl.-Mech. 33, 348—461 (1912).
- Karaman, S.: Die Fauna der unterirdischen Gewässer Jugoslawiens. Verh. intern. Vereinig. Limnol. 7, 46—75 (1955).
- Kenk, R. u. A. Seliškar: Études sur l'écologie de la faune cavernicole. I. Observations météorologiques et hydrologiques dans la Podpeška jama 1928—1931. Prirod. razprave (Ljubljana) 1, 5—24 (1931).
- Knoch, K. u. A. Schulze: Niederschlag, Temperatur und Schwüle in Europa. 1951.
- Kosswig, C.: Darwin und die degenerative Evolution. Abh. Verh. naturw. Ver. Hamburg, N. F. 4, 21—42 (1960).
- Kraus, F.: Höhlenkunde. Wien 1894.
- Lehmann, O.: Die Hydrographie des Karstes. Leipzig und Wien, 1932.
- Machatschek, F.: Geomorphologie. Leipzig 1954.
- Martel, E. A.: Les Abîmes. Paris 1894.
- Michler, I.: Magdalena jama. *Proteus* (Ljubljana) 15, (1952/1953).
- Michler, I.: Rakov rokav v Planinske jame. Acta carsologica (Ljubljana) 2, 75—90 (1955).
- Michler, I. u. F. Hribar: Prispevek k poznavanju podzemeljske Pivke. Acta carsologica (Ljubljana) 2, 159—195 (1959).
- Ruttner, F.: Grundriss der Limnologie. Berlin 1952.
- Schmidl, A.: Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas. Wien 1854.
- Stammer, H.-J.: Untersuchungen über die Tierwelt der Karsthöhlen-gewässer. Verh. intern. Verein. Limn. 7, 92—99 (1955).
- Stieve, H.: Anatomische Untersuchungen über die Fortpflanzung des Grottenolms (*Proteus anguinus* LAUR.). Anat. H. I. Abt. 56, 407—470 (1919).
- Vandel A. u Bouillon M.: Le Protée et son intérêt biologique. Ann. Spéléologie 14, 112—127 (1959).

PRISPEVEK K POZNAVANJU
MAHOVNE FLORE
SLOVENSKEGA PRIMORJA

SREČKO GROM

V zadnjem desetletju sem raziskoval mahovno floro v območju Slovenskega Primorja od Julijskih Alp do morske obale. Ta predel Slovenije je v florističnem pogledu sicer eden najbolj raziskanih v naši državi, vendar sem ugotovil, da slika o stanju njegove brioflore še daleč ni popolna.

Namen tega poročila ni, da bi navedel vse podrobnosti o svojih dosedanjih ugotovitvah, pač pa hočem objaviti le za Jugoslavijo oziroma Slovenijo ugotovljene novitete, tj. mahovne vrste, varietete in oblike, ki jih Pavletič v Prodrumus flore briofita Jugoslavije (1955) ne vsebuje. Upošteval sem tudi podatke raznih avtorjev, ki jih Pavletič v svojem pregledu ne navaja.

V splošnem sem se pri imenovanju mahov posluževal nomenklature po knjigi J. Podpěre (1954) oziroma po najnovejšem ključu Zd. Pilous - J. Duře (1960). Vse kritične vrste je pregledal in od teh 14 določil češki briolog Zdeněk Pilous. Te so:

Št. 1. *Fissidens crassipes* Wils. var. *rekaënsis* Pilous v. n.

Št. 9. *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. var. *tenella* (Walth. et Mol.) Limpr.

Št. 19. *Fontinalis antipyretica* Hedw. var. *tenuis* Moenk.

Št. 20. *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske var. *inundata* Podp.

Št. 21. *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske fo. *nutans* Podp.

Št. 22. *Isothecium viviparum* Lindbg. fo. *pendulum* Moenk.

Št. 25. *Thuidium hystricosum* Mitt.

Št. 26. *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Roth. fo. *crassinervium* Podp.

Št. 42. *Eurhynchium Zetterstedtii* Stoerm.

Št. 43. *Orthothecium intricatum* Br. eur. of. *cavernarum* Podp.

Št. 48. *Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt. var. *gracile* Loeske.

Št. 57. *Gymnostomum calcareum* Br. germ. var. *viridulum* Br. eur.

Št. 75. *Pseudoleskea incurvata* (Hedw.) Loeske var. *tenella* (Limpr.) Podp.

Št. 84. *Brachythecium geheebi* Milde.

I. Še neobjavljene novitete

FISSIDENTACEAE Schimper

1. *Fissidens crassipes* Wils. var. *rekaënsis* Pilous v. n.

Ta mah sem našel na periodično naplavljenih peščenih tleh ob bregu Reke pri Škocjanu. Pri določevanju sem opazil, da se morfološko razlikuje od tipične vrste in da je najbližji varieteti *submarginatus* Fleisch. Poslal sem en primerek v revizijo Zd. Pilousu, ki je določil ta mah kot novo varieteto.

Od tipične vrste se razlikuje po ohlapnejših, našiljenih listih z narezano-nazobčanimi robovi, po neredovitih celicah, od katerih se krilne po velikosti komaj razlikujejo. Celice na hrbtnem krilu so krajše. Pri varieteti *submarginatus* so listi topi in celorobi. Imenovana je po najdišču. Herb. Sr. Grom.

Diagnosis: Planta gracilis, folia laxa, acuta, eroso crenulato dentata. Limbo a laminae dorsali subnullo. Cellulis irregularibus, angulosis submagnis. Duplicatura cellulis brevioribus (Zd. Pilous).

BRACHYTHECIACEAE Roth.

2. *Oxyrrhynchium speciosum* (Brid.) Wstf. fo. *pendes* Grom fo. n.

V notranjosti jame Dimnice pri Markovščini je vzbudila mojo pozornost neobičajna oblika mahu. Ima $\frac{1}{2}$ m dolga stebelca in visi liki draperija z napušča vlažne stene z malo odprtino, ki skozi njo prodira le rahla dnevna svetloba. Do 10 cm dolge veje se skupno z do 5 cm dolgimi, redko postavljenimi stranskimi vejicami med seboj prepletajo in tvorijo mestoma gosto, svetlozeleno mrežo.

Od tipične atlantsko-meridionalne vrste se razlikuje po izredni dolžini, živicastih steblih in vejah. Listi so nagubano-gredljasti, pri tipični vrsti pa ploščati in gladki.

Visoka zračna vlaga v tej vodni jami povzroča nastanek take oblike, ki se razvija v smeri proti jamskemu dnu.

Diagnosis: Planta sterilis, differt a typo caulibus usque ad $\frac{1}{2}$ m longis, pendentibus, stoloniformibus. Rami secundarii ad 10 cm, ramuli ad 5 cm longi, stoloniformes, remoti. Folia caulina 2 mm longa, ramulina paululum breviora, plicato-carinata, valde chlorophyllacea.

3. *Scorpiurium circinatum* (Brid.) Fleich. et Loeske var. *spelaeorum* (Latzel) Grom.

A. Latzel (1942) je prejel od E. Mortona v raznih kraških jamah nabrani mahovni material v določanje, med njim tudi to varieteto, ki jo je le-ta našel v Črni jami. Latzel je ta mah določil kot varieteto tipične vrste s pripombo, da se spričo ugotovljenih morfoloških razlik,

toda na podlagi tako malega materiala ni mogel odločiti, da ga uvrsti kot novo vrsto v ta rod.

V teku časa mi je uspelo nabrati ta mah v raznih kraških jamah, iz česar je razvidno, da je razširjen vsaj na tem kraškem območju. Pregled nabranega materiala mi dovoljuje dopolnitev Latzlovega opisa. Ne glede na to, da gre morda za endemično jamsko vrsto, se pridružujem Latzlu, ki jo ima le za varieteto tipične vrste.

Ta mah raste v notranjosti jam, pomešan z drugimi mahovi. Doslej sem ga našel največkrat med vrstami *Orthothecium intricatum* Brizi in *Neckera complanata* var. *tenella* Schimp.

Steblo je plazeče, do 10 cm dolgo, neredno nasprotno vejnato; glavne in stranske veje so ravne do rahlo upognjene. Stebelni listi jajčasto-suličasti, postopoma šilasti do nitasti; vejnati listi ovalno suličasti s krajšo in širšo konico. Listna žila rumenkasta, pozneje rjava, šibko nazobčana ali nenazobčana; konča se pred zadnjo četrtino listne ploskve pri vejnatih listih kot trn. Koti listnih celic so šibko papilnati.

Diagnosis: Planta sterilis, inter muscos vicens, albicante viridis. Caulis reptans usque ad 10 cm longus, stoloniformis, irregulariter subdistiche ramulosus, interrupte denudatus inferme dense rufo-tomentosus. Ramuli 0,5 ad 1 cm longi, directi, partim vix vel parum curvati. Folia caudina 300 μ ad 1100 μ longa, 300 μ lata, e basi ovato-lanceolata, longe piliformiter acuminata, margine delicatule, apice acutior serrata, sicca patentia. Costa inferne 50 μ lata, $\frac{3}{4}$ folii percurrente, dorsaliter sub- vel nullo dentata, flaveola vel fuscescens. Folia ramulina 600 μ longa, ovalio-lanceolata, brevior latioreque acuminata, sicca erecta. Costa infra folii apice cum spina evanida. Margo caulis ramulisque foliorum a basi mediam partem versus cellularum quadratice-rectangularis incrassatus. Cellularum mediis 5 μ — 6 μ latis et 25 μ — 50 μ longis, in apice folii brevioribus, alaris incrassatis, rotundulis, 10 μ latis, ad costam folii productis. Cellularum anguli subpapilloso. Cetera ignota.

II. Novo za Jugoslavijo

POLYTRICHACEAE C. Muell.

4. *Polytrichum alpinum* Hedw. var. *simplex* (Schimp.) Limpr.
Arktično-alpski element. Najdišče: Krn, ca. 2000 m, na kamnitih tleh.

5. *Polytrichum decipiens* Albr.

Arktično-alpski element. Najdišče: Paradana v Trnovskem gozdu.

6. *Polytrichum formosum* Hedw. var. *minus* Glow.

Najdišče: Snežnik, ca. 800 m, na gozdnih tleh.

7. *Polytrichum commune* Hedw. var. *minus* Weiss.

Najdišče: Nanos, ca. 900 m, na močvirnih tleh.

ENCALYPTACEAE Schimp.

8. *Encalypta vulgaris* Hedw. var. *apiculata* Wahlbg.

Se redko pojavlja skupno s tipično vrsto. Najdišče: v skalnatih razpokah in jamah v okolici Sežane, ob Tolminki pri Tolminu.

POTTIACEAE (C. M.) Schimp.

9. *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. var. *tenella* (Walth. et Mol.) Limpr.

Alpska oblika tipične ubikvistične vrste. Najdišče: Smrekova draga v Trnovskem gozdu in vlažne skale v Predjami.

10. *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. var. *robusta* (Pfeffer) Limpr.

Podpěra jo navaja za Švicarske in Avstrijske Alpe. Najdišče: Smrekova draga v Trnovskem gozdu.

11. *Tortella tortuosa* var. *brevifolia* Breidl. ap. Limpr. fo. *subrecura* Latzel.

Alpski ekotip tipične ubikvistične vrste. Najdišče v Trnovskem gozdu (leg. Fr. Hribar).

12. *Tortula pagorum* (Milde) De Not.

Atlantski element. Najdišče: Portorož, na lubju kostanja.

BRYACEAE C. M.

13. *Mniobryum ludwigii* (Spreng.) Loeske.

Subarktično-alpski element. Najdišče: Ob hudourniku pri vasi Plužna nad Bovcem. Doslej najbližje znano nahajališče tega glacialnega relikta je v koroških Alpah.

MNIACEAE C. M.

14. *Mnium pseudopunctatum* Bruch. et Schimp.

Arktično-alpski element, ki ima po Podpěri nam najbližje nahajališče na avstrijskem Štajerskem in v Tirolah.

Najdišče pri nas: Suho brezno v Trnovskem gozdu.

LEUCODONTACEAE Schimp.

15. *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwaegr. fo. *minor* Podp.

Mala oblika kserofitne, ubikvistične evropske vrste; doslej navedena le za Švico.

Najdišče pri nas: na deblu bukve pri Breginju v Soški dolini (557 m).

THAMNIACEAE Moenk.

16. *Thamnium alopecurum* (L.) Br. eur. var. *gracillimum* Botteri

Mnogo manjša od tipične oblike, ki jo je našel avtor leta 1903 v neki jami blizu Nabrežine. Pri nas sem jo našel na dnu Velike doline v Škocjanskih jamah.

17. *Thamnium mediterraneum* (Bottini) Giacomini

Na področju Tržaškega krasa je našel to vrsto Bottini leta 1903 v neki jami pri Nabrežini v redkih primerkih (in pochi esemplari). Morton sicer navaja, da jo je našel v Črni jami pri Postojni, česar pa Latzel, ki mu je poslal ves nabrani material v pregled, ni mogel potrditi, ker te vrste ni bilo vmes. Vsekakor je verjetno, da se bo ta vrsta našla tudi v drugih kraških jamah. To potrjuje moja najdba v Škocjanskih jamah, četudi le v enem primerku.

FONTINALACEAE Br. eur.

18. *Fontinalis antipyretica* Hedw. var. *montana* H. Müller.

Varieteta gorskih potokov, ki sem jo našel v Rižani.

19. *Fontinalis antipyretica* Hedw. var. *tenuis* Moenk.

Ena izmed mnogih oblik zelo variabilne vrste. Za našo državo še ni navedena. Najdišče: v gorskem potoku pri Batujah v Vipavski dolini.

LEMBOPHYLLACEAE Broth.

20. *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske var. *inundata* Podp.

Vodna oblika tipične močvirnate vrste. Najdišče: v močvirni vodi v gozdu Panovcu pri Novi Gorici.

21. *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske fo. *nutans* Podp.

Prav tako vodna oblika. Najdišče: v vodnem jarku na Markovem hribu nad Koprnom.

22. *Isoetecium viviparum* (Lindbg.) fo. *pendulum* Moenk.

Alpska oblika tipične ubikvistične evropske vrste, ki jo je našel M. Wraber v Trnovskem gozdu.

THUIDIACEAE Kindbg.

23. *Anomodon viticulosus* Hook. et Tayl. fo. *robusta* Heribaud.

To močno razvito obliko sem našel v Škocjanskih jamah.

24. *Microthuidium minutulum* (Hedw.) Wstf.

Čeprav ne upoštevamo v tem prikazu mahovne vrste z enim samim do sedaj znanim nahajališčem v Jugoslaviji, bi vendar omenil to z rastlinsko-geografskega vidika zanimivo vrsto, ki sem jo našel v gozdu Panovcu pri Novi Gorici. To je torej drugo nahajališče te vrste pri nas. Leta 1860 jo je našel Reichardt pri Dobrni, drugi raziskovalci pa je pozneje niso več izsledili nikjer drugod. Kot evri-

atlantski element je najbolj razširjen v Severovzhodni Evropi in v Severni Ameriki.

25. *Thuidium hystricosum* Mitt.

Evropsko-azijski element, le sporadično razširjen. Že leta 1902 ga je našel Loitlesberger na zidovih pri Izoli, toda določil ga je kot *Thuidium abietinum* (Dill.) Br. eur., na kar me je opozoril Zd. Pilous.

Našel sem potem to vrsto precej razširjeno v okolici Sežane in na več mestih v Istri.

CRATONEURACEAE Moenk.

26. *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Roth. fo. *crassinervium* Podp.

Po Podpěri doslej znana samo s Pirenejev in iz Grčije. Najdišče pri nas: na močvirnih tleh na Mangrtu v višini ca. 2000 m.

AMBLYSTEGIACEAE Roth.

27. *Hygroamblystegium fluviatile* (Hedw.) Loeske fo. *spinifolium* Moenk.

Najdišče: Rakov Škocjan in pri Idriji.

28. *Hygrohypnum ochraceum* (Turn.) Loeske var. *flaccidum* Grout.

Subarktično-alpski element. Najdišče: Trenta, na naplavljeni apnenčevi skali v Soči.

29. *Calliargon stramineum* Kindbg. var. *nivale* (Lorentz) Broth.

Raste ob ledenikih in ledeniških grobljah. Najdišče: Smrekova draga v Trnovskem gozdu, v bližini katere je našel Melik (1939) sledove diluvialne glaciacije.

30. *Drepanocladus exannulatus* (Br. eur.) Wstf. fo. *serratus* Moenk.

Ena izmed mnogih oblik tipične polimorfne vrste, ki sem jo našel v Smrekovi dragi.

31. *Drepanocladus contiguus* Loeske.

Alpski mah. Najdišče: Mali Goljaki 1400 m, na panju. cfr.

32. *Drepanocladus lycopodioides* (Schwaegr.) Wstf. fo. *permagnus* Wstf.

Najdišče: Mangrt, 2100 m, na močvirnih tleh. Tipična vrsta je navedena za našo državo samo z enim nahajališčem v Sloveniji.

BRACHYTHECIACEAE Roth.

33. *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Br. eur. fo. *cavernarum* Loeske.

Najdišče: na senčnatih, bolj ali manj vlažnih skalah v Škocjanskih jamah, medtem ko je drugod še nisem našel, kar kaže na verjetno reliktnost te jamske oblike.

34. *Homalothecium philippeanum* fo. *densa* Moenk.

Manjša, od tipične atlantsko-mediteranske vrste morfološko nekoliko razlikujoča se oblika.

Najdišče: gozd Panovec pri Novi Gorici in Mali Goljaki, 1400 m.

35. *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Br. eur. var. *robustum* Br. eur.

Najdišče: na vlažnih senčnatih tleh pred vhodom v Podjunško jamo pri Žirjah blizu Sežane.

36. *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Br. eur. fo. *brevisetum* Podp.

Najdišče: Snežnik, ca. 900 m, na lubju, cfr.

37. *Brachythecium starkei* Br. eur. var. *complanatum* Moenk.

Subarktično-alpski element. Najdišče: gozd Panovec pri Novi Gorici, kraj ceste.

38. *Brachythecium populeum* (Hedw.) Br. eur. var. *subfalcatum* Moenk.

Najdišče: Trnovski gozd, 1430 m, na lubju. Leg. M. Wraber.

39. *Brachythecium rivulare* (Bruch.) Br. eur. fo. *nitidum* Podp.

Najdišče: gozd Panovec pri Novi Gorici, na močvirnih tleh.

40. *Brachythecium salicinum* subsp. *venustum* Giacomini.

Najdišče: Smrekova draga v Trnovskem gozdu, 1100 m, na lubju, skupno s *Bryum capillare* var. *meridionale* Hueb. cfr.

41. *Eurhynchium zetterstedtii* Stoermer.

Srednjeevropski element, raztreseno razširjen. Najdišče: na več mestih v Trnovskem gozdu.

ENTODONTACEAE Kindbg.

42. *Orthothecium intricatum* Br. eur. fo. *capernarum* Podp.

To jamsko obliko subarktično-alpske tipične vrste sem našel v Škocjanskih jamah in v Črni jami.

PLAGIOTHECIACEAE Fleisch.

43. *Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) Br. eur. fo. *propagulifera*

Ruthe.

Raztreseno razširjena oblika tipične ubikvistične vrste. Najdišče: Trnovski gozd.

44. *Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) subsp. *donianum* Giacomini.

Najdišče: Trnovski gozd, na lubju. Leg. M. Wraber.

45. *Plagiothecium ruthei* Limpr.

Nordijski element, pretežno na močvirnatem substratu. Podpěra ga navaja samo za Srednjo Evropo. Našel sem ga v Suhem breznu v Trnovskem gozdu.

HYPNACEAE Fleisch.

46. *Hypnum mamillatum* (Brid.) Broth.

Alpski ekotip vrste *Hypnum cupressiforme* Hedw. Najdišče: Planina Sleme pod Krnom (1480 m), na lubju ob malem izviru.

47. *Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt. var. *gracile* Loeske.

Najdišče Krn, ca. 2000 m, na tleh, in Tolmin ob Soči.

48. *Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt. var. *procerum* (Bryhn) O. Jensen.

Alpski ekotip tipične evropske ubikvistične vrste. Najdišče: Velika ledenica v Trnovskem gozdu.

HYLOCOMIACEAE Fleisch.

49. *Hylocomium splendens* (Hedw.) Br. eur. fo. *alpinum* Podp.

Alpska oblika tipične evropske ubikvistične vrste. Podpěra jo navaja za Salzburške in Švicarske Alpe. Najdišče pri nas: Suho brezno v Trnovskem gozdu.

III. Novo za Slovenijo

A. JETRENJAKI (*Hepaticae*)

JUNGERMANIACEAE K. M.

50. *Solenostoma tristis* (Nees) K. M. var. *rivularis* Bern.

Redkejši mah nižinskega in montanskega področja, naveden do sedaj z enim samim nahajališčem na Hrvaškem. Najdišče pri nas: V Rižani pri vasi Kortine, na kamnu.

CALYPOGEIACEAE Arnell.

51. *Calypogeia néesiana* (Mass. et Car.) K. M.

Alpska vrsta, navedena samo za Hrvaško. Pri nas na več mestih v Trnovskem gozdu.

MADOTHECACEAE Dum.

52. *Madotheca baueri* Schiffn.

Mah gorskega in sredogorskega področja, naveden samo iz enega samega nahajališča na Hrvaškem. Najdišče pri nas: Trenta in Čaven.

53. *Madotheca platyphylloidea* (Schw.) Dum.

Se morfološko nekoliko razlikuje od vrste *Madotheca platyphylla* (L.) Dum. Naveden za Hrvaško in Srbijo. Najdišče pri nas: Škocjanske jame in ob vhodu v Vilenico pri Lokvi.

B. LISTNATI MAHOVI (*Musci*).

POLYTRICHACEAE C. Mueller

54. *Polytrichum formosum* Hedw. var. *pallidisetum* Steud.

Subalpski in alpski element z do sedaj samo enim nahajališčem v Bosni. Pri nas: Smrekova draga v Trnovskem gozdu in na Snežniku (900 m).

FISSIDENTACEAE Schimp.

55. *Fissidens minutulus* (Sulliv.) Podp.

Redkejši evropsko-severnoameriški mah. Navedeno je do sedaj samo eno nahajališče pri slapovih Krke blizu Šibenika. Na Slov. Krasu: Škocjanske jame.

POTTIACEAE (C. M.) Schimp.

56. *Gymnostomum calcareum* Br. germ. var. *viridulum* Br. eur.

Subalpski ekotip široko-mediteranske tipične vrste, znan iz dveh nahajališč v Bosni. Na področju Slovenskega Krasa precej razširjen, pretežno v jamah.

57. *Tortella flavovirens* (Bruch) Broth.

Mediteransko-atlantski element, razširjen na področju vseh republik Jugoslavije, za Slovenijo še ni bil naveden. Našel sem ga ob morski obali pri Portorožu.

58. *Timmiella anomala* (Br. eur.) Limpr.

Eden izmed značilnih mediteranskih elementov, ki jih najdemo na zaščitenih mestih na južni strani Alp. Našel sem ga v Smrekovi dragi v Trnovskem gozdu, sicer do sedaj navedeno le eno nahajališče pri Cavtatu.

59. *Barbula tophacea* (Brid.) Mitt. var. *lingulata* Moenk.

Higrofilni mah, razširjen od nižine do subalpskega pasu. Do sedaj znanih več nahajališč na Hrvaškem, na Krasu sem ga našel na močvirnatem travniku pri Povirju blizu Sežane.

60. *Tortula marginata* (Br. eur.) Spruce.

Atlantsko-mediteranski element. Najdišče: na apnenč. zidu pri Sežani cfr. V ostalih republikah naše države več nahajališč.

CINCLIDOTACEAE Moenk.

61. *Cinclidotus fontinaloides* (Hedw.) P. B. var. *lorentzianus* Mol.

Do sedaj naveden iz enega samega nahajališča pri Dubrovniku. Najdišče pri nas: Trenta, v Soči na kamnu.

FUNARIACEAE

62. *Funaria dentata* subsp. *mediterranea* Giacom.

Atlantsko-mediteranski element, razširjen po Jugoslaviji. Za Slovenijo še ni bil naveden. Našel sem ga ob kraju nekega kala pri Merčah blizu Sežane.

MNIACEAE C. M.

63. *Mnium spinulosum* Br. eur.

Srednjeevropski element. Za Slovenijo še ni bil naveden, je pa na področju Slovenskega Primorja precej razširjen.

BARTRAMIACEAE Br. eur.

64. *Plagiopus oederi* (Schwaegr.) Limpr. var. *alpinus* (Schwaegr.) Moeller.

Ekomorfozna oblika subarktično-alpske tipične vrste, navedena do sedaj samo iz dveh nahajališč na Hrvaškem. V Sloveniji: Trenta, Trnovski gozd in Škocjanske jame.

LEUCODONTACEAE Schimp.

65. *Antitrichia pristoides* (Glow.) Giacomini.

Pretežno v Dinarskih Alpah razširjen mah, za Slovenijo še ni naveden. Našel sem ga na Snežniku, 1200 m.

NECKERACEAE C. M.

66. *Neckera complanata* (Hedw.) Hueb. fo. *tenella* Moenk.

Na vlažnih skalah in v jamah rastoča oblika, za katero navaja Podpěra nahajališča na Švedskem in v Nemčiji. Pri nas je znana le iz Bosne. Nahajališča za Slovenijo: Škocjanske jame v skalnih razpokah.

LEMBOPHYLLACEAE Broth.

67. *Plasteurhynchium duriaeanum* (Mont.) Allorge.

Mediteranski element, razširjen na področju vseh republik naše države, za Slovenijo pa še ni bil naveden. Najdišče: Unška koliševka pri Uncu.

68. *Isothecium myosuroides* (Hedw.) Brid. fo. *gracile* Podp.

Najdišče: Škocjanske jame, sicer le še eno nahajališče v Srbiji.

69. *Isothecium myosuroides* (Hedw.) Brid. fo. *scabridum* Podp.

Alpski ekotip tipične ubikvistične vrste, naveden do sedaj samo na enem mestu v Bosni. Najdišče: Trnovski gozd. Leg. M. Wraber.

FONTINALACEAE Br. eur.

70. *Fontinalis antipyretica* Hedw. var. *alpestris* Milde.

Varieteta gorskih rek in potokov; do sedaj najdena le blizu Šibenika. Podpěra jo navaja za Francijo, Sudete in Grčijo. Našel sem jo v Soči pri Tolminu.

71. *Fontinalis hypnoides* R. Hartmann var. *durieui* (Schimp.) Husnot.

Za to varieteto je navedenih več nahajališč na Hrvaškem. Našel sem jo v vodi Raka v Rakovem Škocjanu.

THAMNIACEAE Moenk.

72. *Thamnium alopecurum* (Hedw.) Br. eur. var. *protensum* Turn.

Čeprav je že Ivancich (1924) poročal o razširjenosti tega mahu v kraških jamah, bi ga vendar navedel kot novega za Slovenijo, ker ga Pavletić (1955) v svojem Prodrromusu ni upošteval. Ivancich pripominja povsem pravilno, da se ta varieteta kraških jam precej razlikuje od tiste, ki jo navaja literatura kot pri slapovih in izvirih rastočo, torej kot izrazito hidrofilno. Ta mah kraških jam raste sicer v bolj ali manj vlažni notranjosti jam, toda v mešanih rušah tudi na senčnatih mestih izven jam, tako da ga moramo imeti za higrofilno ali mezofilno vrsto. Edino do sedaj navedeno nahajališče v Jugoslaviji je pri nekem izviru v Bosni, torej na izrazito mokrem substratu. Iz tega se da sklepati, da prevladuje hidrofilni ekotip, medtem ko se kraška varieteta zadovoljuje z manjšo zračno vlago in se tako ekološko krije s tipično vrsto.

LESKEACEAE Rabenh.

73. *Leskea polycarpa* Hedw. var. *paludosa* Schimp.

Najdišče: na periodično naplavljenem bregu Reke pri Škocjanu cfr, sicer navedena le za Hrvaško.

74. *Pseudoleskea incurvata* (Hedw.) Loeske var. *tenella* (Limpr.) Podp.

Ekomorfozna oblika tipične subarktično-alpske vrste z več nahajališči v Bosni. Pri nas jo je našel M. Wraber v Trnovskem gozdu.

75. *Pseudoleskea atrovirens* subsp. *atrovirens* var. *illyrica* Giacomini.

Evropsko-orientalno-meridionalni oreofit, razširjen po naši državi, za Slovenijo pa še ni naveden. Najdišče: Snežnik, ca. 900 m.

CRATONEURACEAE Moenk.

76. *Cratoneuron decipiens* (De Not.) Loeske.

Subarktično-alpski mah, naveden le iz Bosne in Srbije z višjih leg. Najdišče: Velika ledenica v Trnovskem gozdu.

77. *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Roth. fo. *prolixum* Podp.

To do sedaj le iz enega nahajališča v Srbiji znano obliko tipične evropske ubikvistične vrste sem našel na Krnu 840 m visoko.

78. *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Roth. fo. *trichodes* Moenk.

Najdena le na enem mestu na Hrvaškem. Našel sem jo v gozdu Panovcu pri Novi Gorici, na močvirnatem travniku.

AMBLYTEGLACEAE Roth.

79. *Campylium polygamum* (Bruch et Schimp.) Bryhn var. *falliciosum* Broth.

Najdišče: Portorož, na peščeno-vlažnih tleh, sicer znano le eno nahajališče v Srbiji.

80. *Campylium chrysophyllum* (Brid.) Bryhn fo. *tenellum* Moenk.

Razširjen od nižin do Alp. Za Hrvaško in Bosno naveden z nahajališči v nižini (400 m). Najdišče v Sloveniji: Krn, ca. 2100 m.

BRACHYTHECIACEAE Roth.

81. *Scorpiurium circinatum* subsp. *deflexifolium* Giacomini.

Amfibični mah, ki sem ga našel na periodično naplavljenem bregu Reke pri Škocjanu in na dnu nekega bajerja v bližini Sežane.

82. *Scorpiurium circinatum* var. *typicum* fo. *gracile* Bottini.

Atlantsko-mediteranski element, ki sem ga našel na kamnu ob morski obali pri Portorožu. Znano je pri nas samo še eno nahajališče pri Dubrovniku.

83. *Brachythecium geheebi* Milde.

Srednjeevropsko-alpski element z nahajališči na Hrvaškem in v Makedoniji. Najdišče v Sloveniji: Draga pri Ponikvah na Krasu, na apnenčevi skali.

84. *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Br. eur. var. *klingsgraeffii* Limpr.

Z istim nahajališčem kot prejšnji. Naveden le še z enega mesta pri Sinju.

85. *Brachythecium salicinum* subsp. *eusalicinum* Giacomini.

Najdišče: gozd Panovec pri Novi Gorici, na lubju vrbe ob vodi. Do sedaj naveden za Makedonijo in Bosno.

86. *Brachythecium salebrosum* (Web. et Mohr) Br. eur. var. *capillaceum* (Starke) Moenk.

Severni komponent. Najdišče: Trnovski gozd, na lubju (leg. M. Wraber). Znano samo še eno nahajališče v Bosni.

87. *Sclepropodium tourretti* (Brid.) Koch.

Atlantsko-mediteranski element, razširjen po vsej državi, za Slovenijo še ni bil naveden. Našel sem ga pred vhodom v Dimnice pri Markovščini.

88. *Oxyrrhynchium hians* (Hedw.) Card.

Evropski ubikvist, raztreseno razširjen od nižine do subalpskega pasu, pri nas verjetno le kot jamski in višinski mah. Naveden je le iz enega nahajališča v Srbiji. V Sloveniji: Črna jama in Trnovski gozd.

89. *Oxyrrhynchium swartzii* var. *meridionale* (Boul.) Wstf.

Najdišče: Vremščica, ca. 1000 m, na senčnatih tleh. Naveden iz Hrvaške, Srbije in Črne gore.

Zusammenfassung

BEITRAG ZUR KENNTNIS DER MOOSFLORA DES SLOWENISCHEN KÜSTENLANDES

Der Autor erforschte im Laufe des letzten Jahrzehnts die Moosflora des Slowenischen Küstenlandes von den Julischen Alpen bis zur Küste der Adria und gibt in dieser Abhandlung nur jene Arten, Varietäten und Formen an, welche in der einschlägigen Literatur für dieses Gebiet nicht angeführt wurden. Ausserdem werden zwei neue Varietäten und eine neue Form beschrieben.

Die wissenschaftlichen Namen und Fundorte sind aus dem slowenischen, die Beschreibung der als neu bezeichneten Moose aus dem lateinischen Text ersichtlich.

Literatura

- Amann J., Bryogéographie de la Suisse, Zürich 1928.
Grom Sr., Prispevek k poznavanju flore v sistemu Skocjanskih jam. Acta carsologica, SAZU, Ljubljana 1959.
— Quelques autres Bryophytes nouveaux pour la Yougoslavie et la Slovénie, Rev. bryol. XXVIII, 3/4, Paris 1959.
— Bryophytische Neufunde in Slowenien, Nova Hedwigia II/4, Berlin 1960.
— Eurhynchium zetterstedtii Stoerm. découvert aussi en Slovénie, Rev. bryol., Paris msc.
— Weitere Beiträge zur Moosflora Sloweniens, Nova Hedwigia, Berlin msc.
Herzog Th., Geographie der Moose, Jena 1926.
Ivancich A., Briofite nuove per la Venezia Giulia, Boll. della Soc. Adriatica di scienze nat. in Trieste, Vol. XXVIII, 1924.
Latzel A., Die Grottenmoose von Postumia, Trav. bryol., Paris 1942.
Melik A., Nova geografska dognanja na Trnovskem gozdu, Acta geographica, SAZU, Ljubljana 1959.

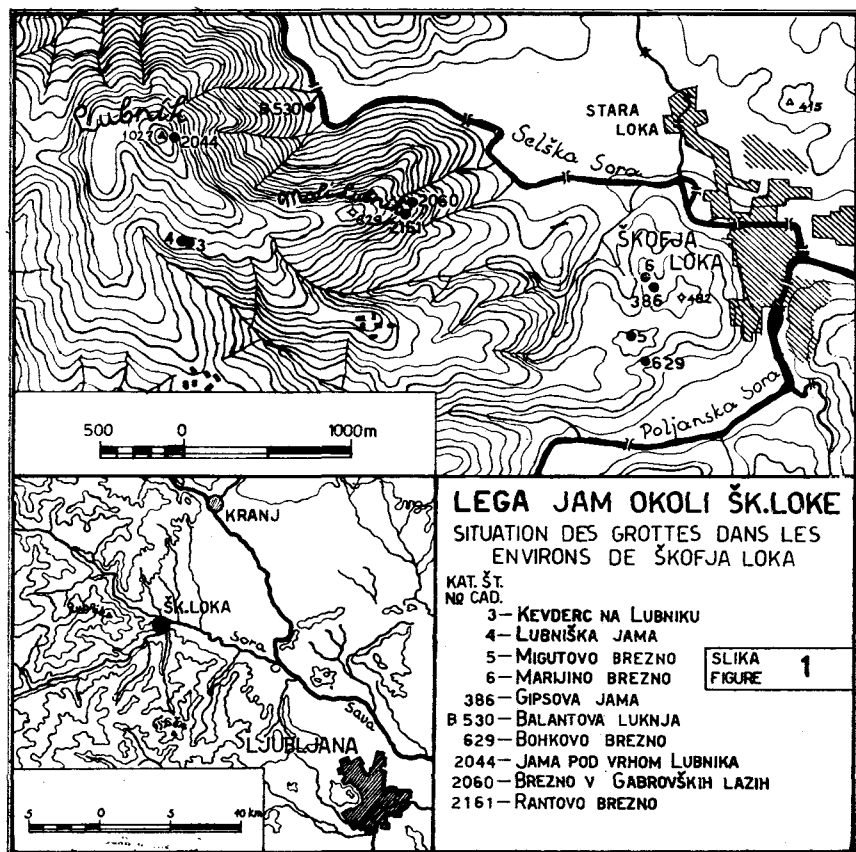
- Migula W., Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, Berlin-Lichterfelde.
- Moenkemeyer W., Die Süßwasserflora Mitteleuropas, Jena 1931.
- Pavletić Zl., Prodromus flore briofita Jugoslavije AZIU, Zagreb 1955.
- Pavletić Zl.-Grom Sr., Quelques Bryophytes nouveaux en Yougoslavie et en Slovénie, Rev. bryol. XXVII, 3/4, Paris 1958.
- Pilous Zd.-Duda J., Klíč k určování mechorustů ČSR, Českosl. Akadem. věd, Praha 1960.
- Podpěra J., Conspectus muscorum europaeorum, Českosl. Akadem. věd, Praha 1954.
- Schimper W. Ph., Synopsis muscorum europaeorum, Stuttgart 1860.

MATERIALNA KULTURA
IN IZSLEDKI
ARHEOLOŠKIH IZKOPAVANJ
V KEVDERCU IN LUBNIŠKI JAMI

(S 6 slikami v besedilu in 23 tablami)

FRANCE LEBEN

Podzemlje v bližnji in širši okolici Škofje Loke je že pred sto leti budilo zanimanje slovenskih jamoslovcev (Berčič, 1956, 276). V pogorju in predgorju Lubnika poznamo doslej 10 jam, ki so nastale v različnih geoloških formacijah (slika 1). V srednjetriasnem školjkovitem apnencu so: Kevderc na Lubniku z Lubniško jamo, Jama pod vrhom Lubnika, Balantova luknja, Brezno v Gabrovških lazih in Rantovo brezno; v zgornjem oligocenskem konglomeratu pa so: Marijino brezno, Gipsova jama, Bohkovo brezno in Migutovo



brezno, ki se je v svojem sklepnem delu izoblikovalo tudi v wengenskih loških ploščatih apnencih z roženci.

Med temi jamami je najgloblje Brezno v Gabrovških lazih (61,5 m), najdaljše pa je Marijino brezno (579 m). Večina jam je suhih. Izjeme so Marijino brezno, kjer izvira in izginja več vodotokov, Bohkovo brezno z majhnim pretokom in Balantova luknja. Ta zbira in bruha podzemeljsko vodo, ki priteka nekje z vzhodnega pobočja Lubnika. Vse omenjene jame so speleološko že raziskane. V njih so izmerjeni profili in tlorisi (K i a u t a - L e b e n, 1960, 157).

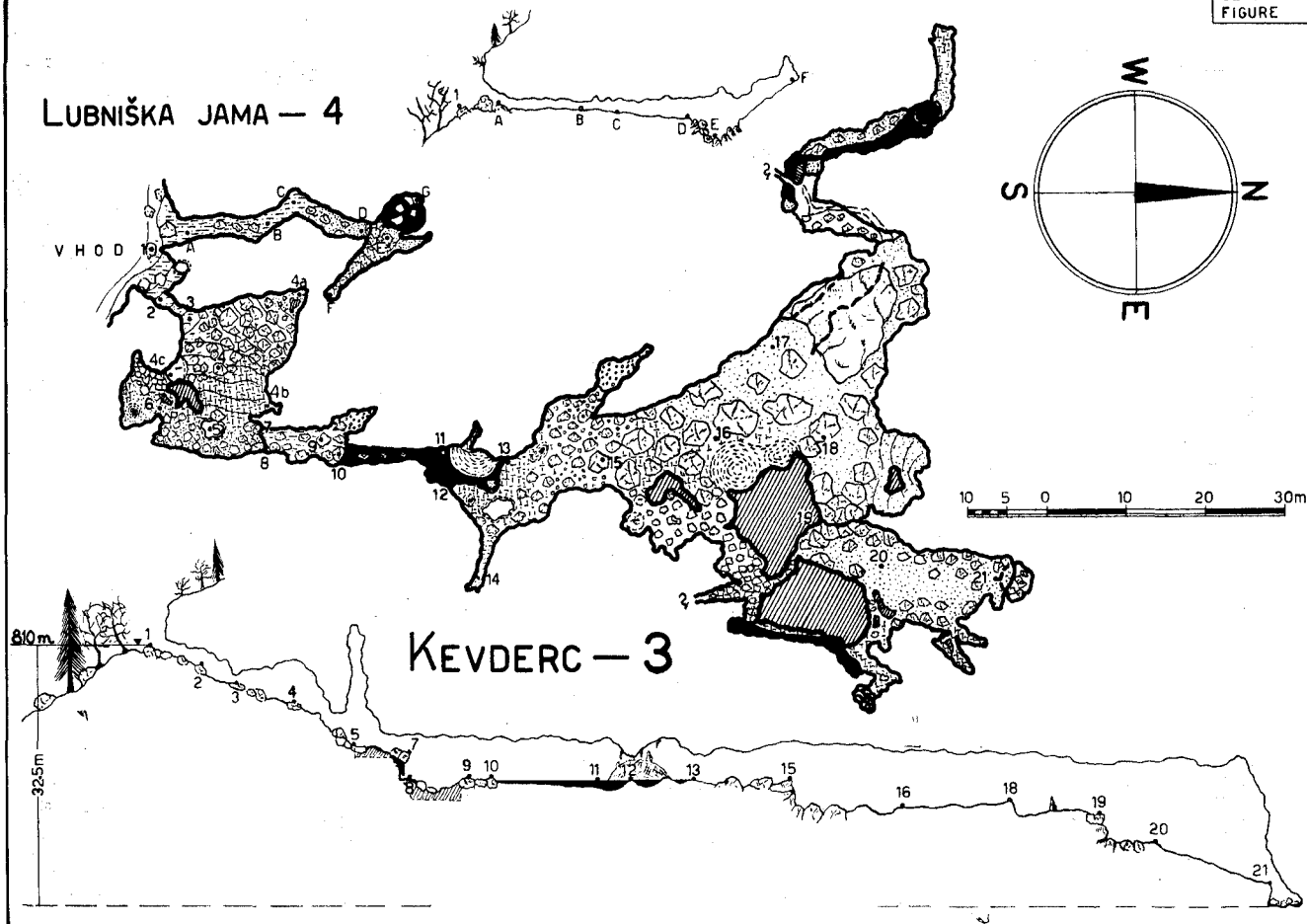
Kevderc na Lubniku in sosednja Lubniška jama se odpirata na južnem pobočju tega kopastega hriba (1027 m). K njima se odcepi od turistične poti k planinski koči na vrhu zavarovana markirana steza. Vhoda sta okrog 100 metrov nad strugo potočka, ki je v srednjem pliocenu izdolbel jamske prostore. Bližnja okolica obeh jam je iz srednjetriasnega anizičnega apnenca, v samih jamskih prostorih pa so ponekod sledovi nanesenega proda permskega peščenjaka (K u š č e r, 1945, 39; 1959, 69; P l a n i n a, 1955, 166; R a m o v š, 157, 12).

Kevderc

Slučajne arheološke najdbe v Kevdercu avgusta 1958 so dale pobudo za poskusna izkopavanja že v naslednjem mesecu. Bila so tako uspešna, da so omogočila sistematična raziskovanja v juniju in juliju 1959 (L e b e n, 1959, 83; 1959 a, 72; 1960, 219). Dognala naj bi obseg in razprostranjenost kulturnih ostalin ter morebitni stratigrafski red plasti, da se ugotovi, če je bila morda jama v prazgodovini večkrat naseljena. S finančnimi sredstvi Sekcije za arheologijo SAZU in Spomeniške komisije OLO Kranj je strokovno vodil izkopavanje Inštitut za raziskovanje krasa SAZU v Postojni, ostalo delo pa je prevzel Loški muzej, ki je tudi s svoje strani materialno podprl to akcijo. Sodelovali so tudi slušatelji Arheološkega seminarja univerze pod vodstvom dr. J. Korošca. Na tem mestu izrekam toplo zahvalo navedenim ustanovam za pomoč, sodelavcem pa za nesebično prizadevanje in požrtvovalno delo pod nepovoljnimi pogoji.

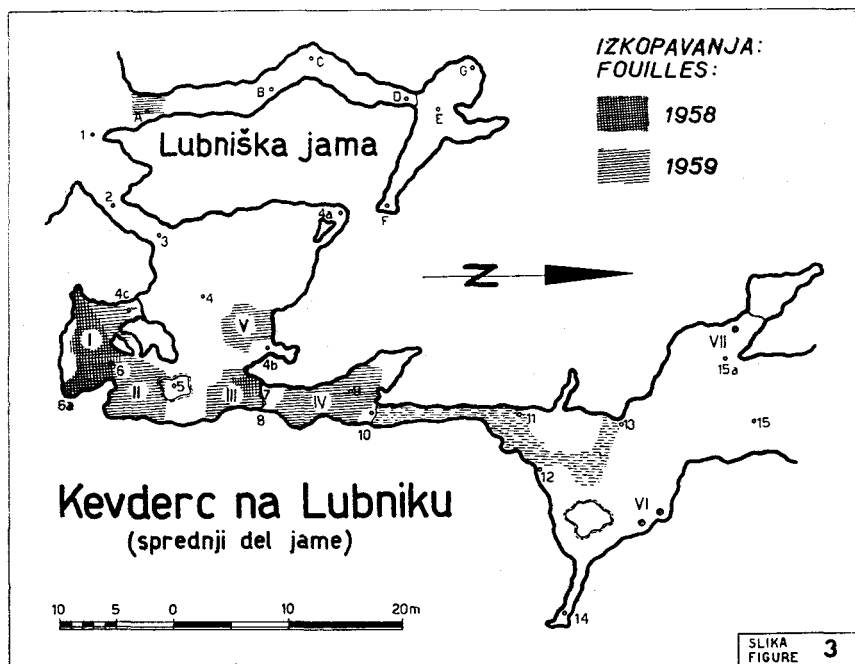
Vhod v jamo je pod apniško steno v nadmorski višini 810 m. Sprva je bolj širok, zatem pa se zoži, nakar stopimo po nekaj metrih v prostorno vhodno dvorano (slika 2). Na njeni levi severozahodni strani je strm podor (t. 4 a). Ta je pretrgal nekdanjo zvezo z Lubniško jamo, ki se odpira le nekaj metrov pred vhodom v Kevderc. Dvorana sega proti vzhodu do t. 5. Tu se proti S odcepi ozek rov, ki se začneja s trimetrsko stopnjo in se v tej smeri jama tudi še nadaljuje. Proti jugu pa se vzhodni del konča z manjšo dvoranico. Od vhoda do tod tla strmo padajo. Pokrivajo jih podorno kamenje in zasigani kamnitni bloki. Nadaljnji glavni deli jame so zelo pro-

LUBNIŠKA JAMA — 4



storni, stranski rovi pa so ozki in deloma težko prehodni. Doslej raziskana jama je dolga 403 m in globoka 34 m.

Za izhodišče koordinatnega merskega sistema smo izbrali poligonsko točko 6, ki je 13,80 m pod današnjim vhomom. Površino smo razdelili z metrsko kvadratno mrežo na sektorje, ki smo jih označili z rimskimi številkami (slika 3). To nam je olajšalo delo pri določanju

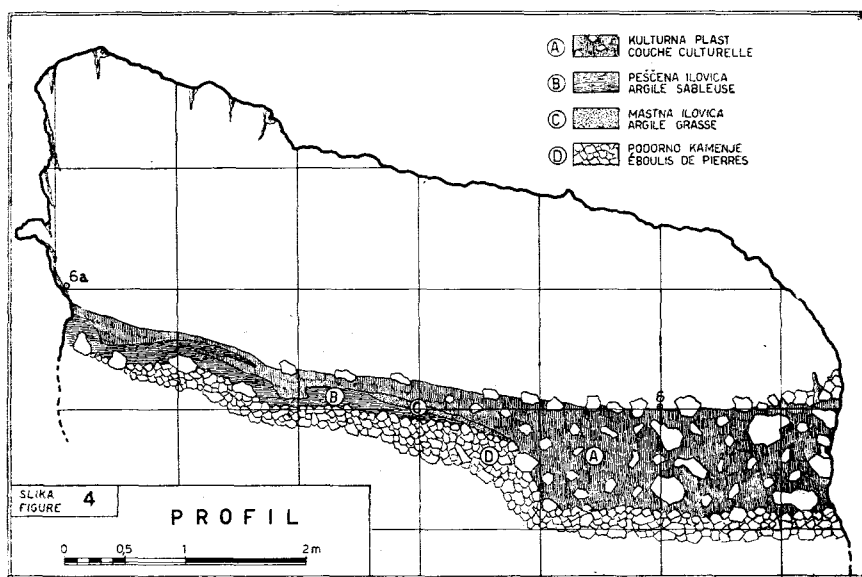


lege najdenih predmetov in evidentiranje fragmentov keramike, ki so pripadali istim posodam.

Izkopavati smo začeli na sektorju I v dvoranici, ki zaključuje južni del jame. Tla so tu pokrita s humusom in podornimi skalami. V zahodnem delu dvoranice sega stožec podornega kamnja prav do stropa, tako da je zatrpal prvotno zvezo z vhodno dvorano (t. 4 c). Posebne stratigrafije zemeljskih plasti ni. Teren pade od vzhodne stene proti sredini (t. 6) približno za en meter, z nasprotni strani pa sega vanj stožec podornega kamnja. Kulturna plast je prav na površju. V vzhodnem delu je tanka in največ 30 cm debela, nato pa se poglobi in pomeša s podornim materialom. Tu smo kopali do en meter globoko. Strop je v tem delu jame sorazmerno tenak ter preprežen z majhnimi kamini in razpokami. Tako je lahko izpodnebna voda odplakovala plasti v nižje dele in jih pomešala s po-

dornim materialom, ki sega sem z nasprotne strani. Zato potekajo plasti neenakomerno in se tudi njih sestav in debelina neprestano menjata. Profil smo izmerili po X osi, ki poteka preko poligonskih točk 6a—6 v smeri SZ—JV (slika 4). Plasti si slede takole:

A: črna mastna kulturna plast, pomešana s humusom, ogljem, živalskimi kostmi in organskimi ostanki. Vmes so vložki gline in preperelega kamenja. Do štiri metre proč od vzhodne stene je plast kompaktna in sorazmerno tenka, nato pa je bolj prhka in debelejša, ker se meša s podornim kamenjem;



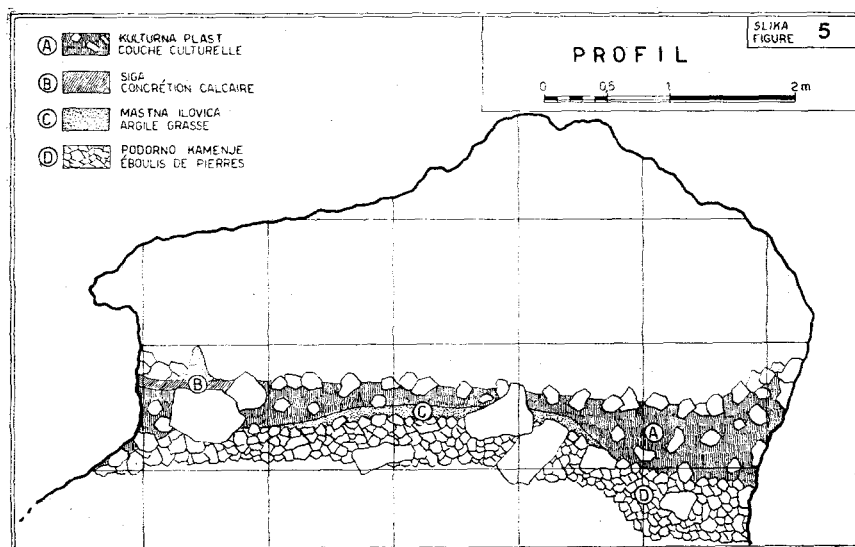
B: rumenorjava sterilna peščena ilovica;

C: vložek rjave mastne ilovice s temnejšimi lisami, ki so prenikale z vrhnje kulturne plasti;

D: podorno kamenje in odlomljeni kapniki brez humoznih ali glinastih primesi.

Tudi profil, ki smo ga posneli na začetku podornega stožca pravokotno na prejšnji profil ($Y = -2,5$ m), kaže enak sestav plasti (slika 5). Kulturna plast A se že vidno tanjša in vedno močneje meša z zgornjim podorom. Le tam, kjer se stika s stranskimi jamskimi stenami, se odebeli in jo pokriva celo sigova skorja ob južni steni. Tudi tu se še pojavlja vložek mastne naplavljenе ilovice C, pod njo pa je sterilni podorni grušč D, ki ima le na vrhu nekaj humoznih in glinastih primesi. Proti vrhu podornega stožca se kulturna plast izklini (točka 4 c).

Nekako sredi dvoranice smo kmalu pod površino zadeli na razmeroma debel sloj pepela, ki se je širil največ proti podoru (slika 6). Pod 12 cm debelo kulturno plastjo A je 3 cm debel pas rdečkaste ilovice B. Pod njo je do 10 cm debel sloj sivega kompaktnega pepela C, vsekakor ostanek kurišča, ki je bilo dolgo v rabi. Pod njim so večje in manjše skale, niže pomešane s humusom, ter ostanki oglja in preperin E. Ta plast je brez kulturnih ostalin. Za njo sledi še podorno kamenje D. Palinološka analiza oglja v pepelnatem sloju je dala naslednji izvid (Šercelj, 1961, 62): bukev (*Fagus*), breza



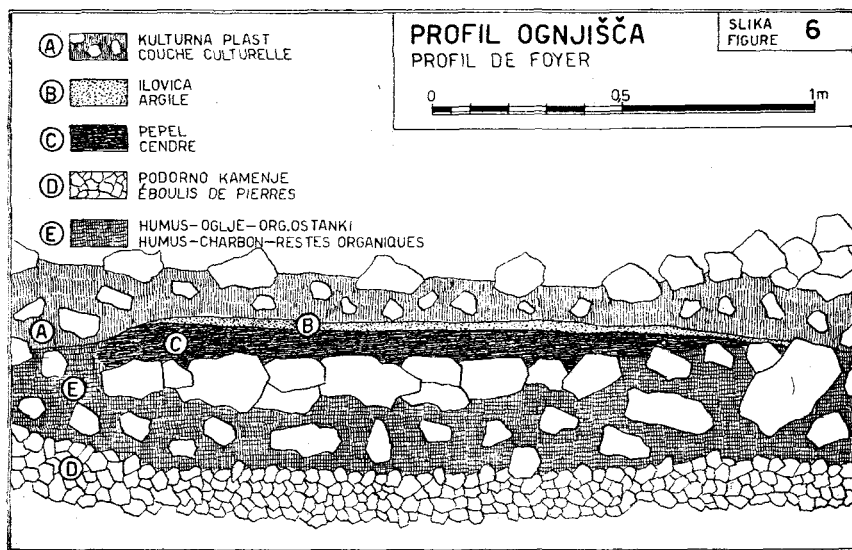
(*Betula*), leska (*Corylus*), črni gaber (*Ostrya*), beli gaber (*Carpinus*), javor (*Acer*), hrast (*Quercus*), jelka (*Abies*), tisa (*Taxus*) in bor (*Pinus silvestris*, *Pinus cembra*).

Iz dvoranice smo izkopavanja prenesli proti severu v sektor II (slika 3). Tudi tu so bila tla pokrita z večjimi podornimi skalami. Pod njimi se je takoj pojavila kulturna plast, ki je bila ob vzhodni jamski steni največ 75 cm debela. Pri točki 5 se ta plast izklini deloma že pod sigo, ki tod pokriva jamska tla. Ta so tu še domala ravna, a se začno strmo dvigati proti izhodu. Največ kulturnih ostalin je bilo v tem sektorju najdenih prav ob vzhodni jamski steni. To priča, da so bile sem naplavljenе in so torej v sekundarni legi.

Že prvo leto smo očistili teren tudi okrog trimetrške stopnice (sektor III), kjer se jama obrne proti severu. Naslednje leto smo tod prekopali vse plasti do žive skale in našli v njih predvsem keramiko. Kulturna plast je segala ponekod največ 50 cm globoko,

a se je že po nekaj metrih izklinila proti t. 5. Proti izhodu pa jo prekinejo zasigani kamniti bloki.

Še najbolj značilne keramične in koščene ostaline smo našli pod skalno stopnjo v sektorju IV. Največ jih je bilo približno 4 metre stran od nje, kot da bi ležali v nekakšni kotanji. Le nekaj podornih skal je pokrivalo rjavo, suho in prhko kulturno plast, ki je segala do 1,20 m globoko. Vedno tanjšo plast smo zasledovali skoraj do kamnitnega praga pri točki 10, kjer se začenja ožina, polna nakapane vode.



Pri natančnejšem pregledu vhodnega strmega dela jame smo našli pod kamnitno polico več skupaj zasiganih fragmentov keramike. Pripadali so isti posodi, ki je po rekonstrukciji pokazala obliko globoke skodele (tab. 11/1). Na notranji površini proti dnu je v njej ohranjenega precej živordečega prahu, ki je brez dvoma usedlina barve. Kjer je bilo možno, smo tu (sektor V) prebili do 8 cm debelo sigo in našli pod njo v črni, mastni in ogljeni plasti še nekaj drugih črepinj. To da misliti, da je voda ilovnate plasti pod sigo najprej odplavila, potem pa je sem prinesla iz višjih delov jame kulturne plasti in z njimi zapolnila prazne prostore pod sigovo skorjo. Podobne znake naplavljenih kulturnih plasti smo opazili tudi na drugih prekopanih sektorjih.

Isto kažejo tudi najdbe globlje v jami. V dvorani za jezerom smo na treh mestih trčili na fragmente posod, ki so bili naplavljeni v isti višini, dasi leže med seboj precej vsaksebi. Na sektorju VI

smo našli na dveh mestih vsega šest fragmentov večjega rdečerjavega lonca. Na sektorju VII pa pripada skoraj polovica posode iz črnosive gline vrču z ostankom trakastega ročaja, ki je segal preko ustja (tab. 6/10). Ker so ležali fragmenti na zaobljenemrodu, jih je morala voda odložiti istočasno, a na različnih mestih.

Hkrati z jamskimi izkopavanji smo sondirali tudi površje nad jamskimi prostori. To se tu dviga in je izrazito kraško, le da ga pokriva ponekod debelejša plast humusa z listavci in iglavci. Teren je v osnovi skalnat z večjimi in manjšimi vrtačami, ki imajo ponekod kar prepadne stene. Zato smo tu težko našli mesta za sondiranje. Kljub temu smo izkopali pet manjših sond. Le v eni izmed njih (vel. 2×1 m), na stezi, ki pelje k jami, smo našli 40–100 cm pod površjem v ilovnati plasti nekaj fragmentov rdečerjave netipične keramike. Robovi so zaobljeni in površina izjedena, struktura pa porozna. Vsi znaki kažejo, da so fragmenti naplavljeni.

S tem v zvezi se je pojavila domneva, da je v Kevdercu naplavljen arheološki material, ki je prišel sem s površja skozi kamine in špranje (Korošec, 1961, 7, op. 10, 30) in ki naj bi pripadal naselbini nekje na planem. Brez dvoma je taka misel umestna, dasi je morda kljub dosedanjim izsledkom za Kevderc še nekoliko preuranjena. Zato bo treba raziskati še ves prostor pred vhodom z sosednjo Lubniško jamo in počakati, da dobimo take rezultate tudi od drugod. Upoštevati je treba tudi odplakovanje in denudacijo površja na eni strani, ter možnost naplavljanja in kopičenja sedimentov v jamskih prostorih na drugi strani. Tudi topnost apnenca bo treba ugotoviti, saj se je površje kraškega ravnika na Lubniku od takrat do danes tudi nekoliko znižalo. Šele potem ko bi vse to izvršili in bi tipološko primerjali material, bi možnost njegovega naplavljanja skozi jamski strop zadala hvaležno nalogo, da proučimo s tega novega vidika način naseljevanja kraških jam v prazgodovini.

V Kevdercu smo našli kulturne ostaline dosledno le v vrhnji plasti. Največ je bilo keramike. Stratigrafsko je ne moremo opredeliti, ker smo našli fragmente istih posod na različnih mestih. Po drugi strani pa je kulturna plast skoraj povsod v sekundarni legi in pomešana s podornim materialom, ki izvira delno tudi od zunaj. Tako se lahko opremo le na horizontalno stratigrafijo. Popolnoma ohranjenih glinastih posod nismo našli. Vsaj pri tretjini teh pa se je dala delno rekonstruirati prvotna oblika. Tako smo vezani torej le na tipološko obdelavo keramike. Koščeni predmeti so v primeri s keramiko maloštevilni, še manj je kamnitnih izdelkov. Kovinskih predmetov nismo našli. Razen ognjišča govori precej delno tudi ožganih živalskih kosti za to, da je bila jama, še verjetneje pa prostor pred njo dalj časa obiskovan. Tudi keramika za vsakdanjo rabo, glinaste uteži in pa fragmenti primitivnega stenskega ometa pričajo, da imamo opravka z naselbinskim materialom.

Lubniška jama

Zanimive arheološke najdbe v Kevdercu so dale pobudo tudi za raziskovanje Lubniške jame. Zaradi pomanjkanja sredstev in časa pa smo doslej izkopali pri vhodu le poskusno sondo 2×1 m en meter globoko. Pri tem smo našli precej keramičnih, pa nekaj koščenih in kamnitih predmetov pod površjem že od 15 cm naprej (tab. 22 in tab. 23).

Vhod je nekaj metrov zahodno od Kevderca v isti nadmorski višini (slika 2). Rov drži sprva 24 m daleč z menjajočo se smerjo. Strop je povsod približno enako visok, ilovnata tla pa se polagoma spuščajo. Pri točki D je 2 m globoka skalna stopnja z dvoranico, ki se v severozahodni smeri razširi v okrogel prostor z nakapano vodo. Glavni rov se dvigne še proti jugovzhodu in se do 2,5 m približa podoru v vhodni dvorani Kevderca (točka F). Nekdanjo zvezo med obema jamama je prekinil podor in je kamenje zalito s sigo. Geneza in morfologija Lubniške jame sta torej brez dvoma neposredno povezani s Kevdercem.

Tudi sonda pri vhodu je odkrila samo eno kulturno plast, ki pa je po barvi in sestavi drugačna kot v Kevdercu. Do globine 30 cm jo sestavlja grušč pomešan s humusom, za njim sledi 35 cm debela plast črnorjavega humusa, do globine enega metra pa sega nato rjavordeča peščena glina z vložki vrhnjega humusa. Večji kamnitni bloki so na tem mestu onemogočili nadaljnje kopanje v globino. Sondiranje je pokazalo, da se kulturna plast širi predvsem v notranjost jame, da pa seže tudi v podorno ploščad pred vhodom. Šele načrtno prekopanje lahko da rezultate, ki utegnejo osvetliti marsikatero uganko v zvezi z naselitvenimi problemi tedanjih prebivalcev v obeh jamah.

Materialna kultura Kevderca in Lubniške jame

A. Keramika

Na razmeroma majhnem prostoru, ki smo ga prekopali, je keramika po oblikah in ornamentiki precej raznovrstna. Žal, pri mnogih fragmentih ni bilo mogoče napraviti rekonstrukcije. Vsaj deloma pa je uspelo domala tretjini posod določiti prvotno obliko, dasi tudi tem skoraj vedno manjkata zgornji ali spodnji del, tako da smo mogli le pri redkih dobiti celotni profil. Pri določevanju tipologije se torej lahko opremo le na redke primerke. Vse ostale fragmente pa lahko primerjamo le na podlagi doslej znanih oblik istodobnih najdišč doma in drugod. Celotno ohranjena je le posodica z okroglim dnom (tab. 9/4), dasi je tudi ta deloma fragmentirana. Tehnika izdelave posod in pečenja gline je v večini primerov skoraj ista ali vsaj podobna.

a) *Tehnika izdelave in oblika.* Keramika je na splošno dobro izdelana in žgana. Glina je pomešana s peskom ali kremenčevimi zrcni. Ponekod ji je dodan celo grob pesek s precej velikimi zrcni. Površina takih posod je videti groba, dasi je bila glajena. So pa tudi primerki, da so glino pred izdelavo posode prečistili. Običajno je površina teh primerkov glajena na sij.

Posode so praviloma enakomerno žgane, so pa tudi take, ki kažejo neenakomerno barvo preloma. Vzroki so lahko različni in ni nujno, da so posledica pečenja. Pri enakomerno žganih posodah barva preloma vedno ustreza barvi notranje ali zunanje površine, razen če je namerno drugače obravnavana ali glajena. Tak način pečenja je v naših najdbah najbolj pogosten. Posode iz gline, ki je močno mešana s peskom ali kremenčevimi zrcni, imajo po navadi porozno, luknjičavo površino. Take posode so običajno tudi ornamen- tirane, a so videti vendarle zelo robate.

Barva enakomerno žganih posod je skoraj vedno rjavkasta z več ali manj rdečim ali sivim odtenkom. So pa tudi primerki, kjer je glina žgana rdeče ali sivočrno. Včasih so take posode tudi orna- mentirane in so keramike boljše vrste. Med tehnično najbolj izde- lane posode sodijo fragmenti črnosivih posod, ki imajo površino glajeno na sij. Njih skrbna izdelava, oblika in tenak prelom kažejo, da so se rabile verjetno v kultne ali druge posebne namene (tab. 13/3, 7, 12, 13). Zadnji primerek ima na notranji strani tudi sledove rdeče barve.

Posebne peke in izdelave so fragmenti z rdečerjavim pečenim jedrom, medtem ko sta notranja in zunanja površina rjavi ali sivi. To ni posebna tehnika izdelave, marveč le neenakomeren način pečenja gline. V to skupino štejemo lahko tudi fragment skodele z rdečerjavim jedrom, ki je njena zunanja površina temnorjavo glajena (tab. 13/11), in fragment večjega rdečerjavega lonca s črno ožgano notranjo stranjo (tab. 11/3), dasi ne bi mogli reči, ali je bila notranja stran te posode dimljena že pri peki, ali pa šele pozneje ožgana od ognja.

Na splošno smo našli precej fragmentov posod z glajeno po- vršino. V nekaterih primerih ne gre za pravo mehanično glajenje, ampak je bila površina kar izravnana. Najdena keramika pa ima še to posebnost, da so na zunanji ali notranji površini nekaterih posod vidni sledovi rdeče barve. Težko je določiti, ali so to ostanki pre- maza ali slikanega ornamenta (tab. 3/6; tab. 11/2; tab. 12/2; tab. 13/13). Precejšen sloj rdeče usedline pri dnu že prej omenjene skodele pa je ostanek barve, ki so jo tedanji prebivalci uporabljali za lišpanje ali tetoviranje.

Po velikosti in obliki so posode dokaj različne, vendar prevla- duje normalna velikost. Nekaj je izjemno velikih posod, nekaj pa tudi miniaturnih posodic. Večji del posod sodi k boljši keramiki, čeprav je glini primešan pesek in je tehnično nekoliko slabše izde-

lana. Le malo fragmentov pripada grobi keramiki. Med to štejemo le večje dele posameznih loncev.

Iz relativno manjših, slabo ohranjenih fragmentov ne moremo natančneje ugotoviti oblik posod in smo vezani le na tipologijo s sličnimi oblikami drugod. Med posodami oziroma fragmenti je nekaj vodilnih oblik, ki pa nastopajo v različnih variantah. Vseh primerkov oblik posod tu ne bom navajal, temveč le tipične predstavnike. Ostale bistvene značilnosti posameznih posod ali fragmentov navajam v opisu gradiva.

Kónične oblike pripadajo največ skodelam in kupam. Stene posod so več ali manj ravne in kónične. Ustje je ravno ali navznoter zavihano, navadno je polkrožno ali pa ravno odrezano. Včasih so posode okrašene z vrezanim ornamentom ali pa imajo pod ustjem bradavičaste vzbokline (tab. 4/1, 4; tab. 8/6).

Polkroglaste skodele in terine imajo bolj ali manj konveksne stene. Ustje je polkrožno, ravno ali prikoničeno, kdaj tudi malce navzven zavihano. Prehod vratu v trebuh posode je komaj naznačen. Vse posode te vrste imajo verjetno ravno in nekoliko podarjeno dno (tab. 4/2; tab. 7/3,6).

Tudi oblike bikoničnih skodel niso ohranjene v celoti. Vsi boljše ohranjeni primerki imajo ustje zavihano navzven in močno konkavno usločen vrat. Na največjem obodu se posoda ostro prelomi v izbočen trebuh. Nekaj fragmentov takih posod ima tudi subkutan perforiran ročaj (tab. 5/1; tab. 6/2, 5; tab. 9/5). V to vrsto moremo šteti tudi veliko plitko skodelo, ki ima ustje močno zavihano navzven (tab. 4/3).

Fragmentirane bikonične vaze in vrči so iz boljše gline in imajo zunanjo površino glajeno na sij. Stene posod so tanjše. Več ali manj navzven zavihano ustje prehaja v visok, cilindričen in usločen vrat. Na največjem obodu se posoda ostro lomi v trebuh. Na nekaterih primerkih so sledovi trakastega ročaja, ki je presegal ustje in ga vezal z največjo periferijo posode. Po izdelavi in obliki sodeč, so rabile te posode v druge posebne namene in ne za vsak dan (tab. 6/10, 11; tab. 13/3, 7, 12).

Fragmenti bikoničnih oblik z visokim vratom pripadajo večjim loncem, čeprav je zgornji del podoben tudi terinam in raznim skodelam. Posode imajo visoko, poševno usločen vrat z navzven zavihanim ustjem, ki pa je lahko tudi ravno odrezano. Prehod v trebuh je bolj ali manj ostro oblikovan. Nekateri primerki so ornamentirani z vrezi in vbodi (tab. 5/2; tab. 8/1, 4, 5). Verjetno pripadajo tej vrsti posod še drugi fragmenti, ki pa so tako nejasnih oblik, da jih ne moremo več točno opredeliti.

Večjim loncem jajčasto-ovalnih oblik pripadajo fragmenti, ki imajo tako po tehnični izdelavi kakor po videzu grob izgled. Ustje je navadno rahlo zavihano navzven, včasih pa je tudi ravno ali poševno odrezano. Vrat je visok z nenaznačenim ramenom. Značilno za te posode je, da so pod ustjem ornamentirane z odtisi in vrezi.

Kdaj imajo majhen trakast ročaj ali pa plastične izbokline (tab. 7/1, 5; tab. 10/1, 2, 5, 6; tab. 11/3, 5).

Tudi fragmenti posod kroglastih oblik so keramika boljše vrste, čeprav je površina kdaj grobo izdelana, ali pa je glajena na sij. Običajno so te posode ornamentirane, ali pa imajo majhne ročaje. Ker manjkajo njihovi zgornji ali spodnji deli, ne moremo ugotoviti, kako je bilo oblikovano ustje ali dno (tab. 2/1; tab. 7/2; tab. 9/1, 2, 6, 8).

V to skupino moremo šteti tudi polkroglaste vrče z valjastim ali poševno usločenim vratom. Imajo skoraj vedno trakast ročaj, ki presega ustje in ga veže z največjim obodom. Dno ni nikjer ohranjeno in je bilo morda tudi okroglo oblikovano (tab. 6/7, 8; tab. 7/7). Tipičen predstavnik teh vrčev je ornamentiran s trikotnim inkrustiranim motivom (tab. 1/1; tab. 19/3).

Posebna oblika posode je fragmentirana čaša podolgovate ovalne oblike. Precej visoki, poševno usločeni vrat prehaja čez okroglo oblikovan največji obod v trebuh, ki v loku strmo preide v okroglo dno. Vsa zunanja površina in tudi dno sta ornamentirana z vrezanimi žlebiči in vbodi, ki so zapolnjeni z belo inkrustacijo (tab. 3/1; tab. 19/2). Posoda gotovo ni bila za vsakdanjo rabo, pač pa je rabila v druge praktične ali morda celo kultne namene.

Najdeni miniaturi posodici sta verjetno služili tudi drugim namenom. Ena je domala vsa ohranjena. Ustje je nekoliko zavihano navzven in skoraj ravno prehaja v okroglo dno. Druga posodica je ohranjena le z zgornjim delom ter ima ravno ustje in vrat (tab. 9/2, 4).

Našli smo le en fragment posode na nogi. To bi lahko bila kónična nizka votla noga posode neznane oblike, ali pa celo del pokrova kakšne posode. Površina je glajena in ima na notranji strani sledove rdeče barve (tab. 3/6).

Med lubniškim keramičnim inventarjem je treba omeniti tudi razne detajle in značilnosti na posodah. Predvsem so to trakasti ročaji na vrčih, ki skoraj praviloma presežejo ustje in ga vežejo z največjo periferijo. Deli ostalih posod, ki jih vežejo ročaji, so različni. Nekateri ne presežejo ustja in ga vežejo z ramenom, drugi vežejo vrat z največjim obodom, tretji pa rame posode. Koliko ročajev je bilo na posodah, ni jasno. Verjetno sta bila po dva, če pa je pripadal vrču, le eden. Subkutani ročaj (*ansa subcutanea*) je izdelan tako, da so stene posode vodoravno prevrtane (tab. 7/2). Zunanja in notranja površina sta na tem delu izbočeni. Navadno so taki ročaji na ramenu in na največjem obodu posode. Ker smo našli na nekem ostanku posode dva taka ročaja, lahko sklepamo, da so ju imele tudi druge tovrstne posode. Ročaji v obliki ušesca so vedno okrogle plastične izbokline, navadno na največjem obodu posode, in so vodoravno ali navpično prevrtane (tab. 9/6; tab. 11/6).

Praktičen pomen imajo držaji v obliki plastičnih izrastkov, ki so navadno v bližini največje periferije posode. To so lahko okrogle

ali podolgovate vzbokline, čepasti izrastki ali pa večdelna plastična rebra. Držaje so včasih nadomeščali razni bradavičasti izrastki, ki imajo kdaj lahko tudi dekorativen pomen, posebno tam, kjer praktična uporabnost ne pride do veljave. To so bradavičaste izbokline na ramenu skodel ter vodoravni in navpični podolgovati izrastki na ustju posode (tab. 4/4; tab. 12/1, 2).

Dna posod so praviloma ravna, včasih s poudarjenim in odeljenim prehodom v trebuh. Rekonstrukcija kaže, da imajo nekatere posode dna s precejšnjim premerom in da pripadajo večjim loncem. Izjeme so okrogla dna in fragment konične votle noge, ki jo lahko smatramo za del dna. Posebnost je tudi prstanasta noga dna večje posode, ki ima obroč na dveh nasprotnih koncih vodoravno prevrtan (tab. 3/4).

b) *Ornamentika*. Ornamentiranje posod v Kevdercu kaže posebno svojskost v primeri z okraševanjem posod v drugih naših jamah. Z nekaj izjemami je tehnika ornamentiranja precej preprosta, čeprav je izvršena na nek poseben način. Tudi motivika je enostavna, dasi kaže neko pestrost zlasti v predstavi trikotnih motivov. V glavnem je zastopanih nekaj tehnik ornamentiranja, ki se pojavljajo skoraj povsod, kjer kažejo svoje vplive slavonska kulturna skupina na eni strani, na drugi strani pa nekoliko starejše kulture Podonavja in Vzhodnih Alp.

Vrezovanje črtastih ornamentov brez motiva ni pogostno, čeprav je tak preprost način okraševanja najbolj običajen. Vendar ločimo pri tej tehniki dve podvrsti. Orodje, s katerim se je vrezovalo, je bilo kdaj ostro, kdaj bolj topo. Vrezi so vodoravne in navpične črte, linije v skupinah, ali pa potekajo brez reda. Dvovrstni poševni vrezi so tudi pod ustjem, a jih med seboj loči vrezana linija (tab. 10/4). Edini tak ornament z nekaj motivike je vrezan trak spiral, katerih konci se med seboj dotikajo v določenem kotu (tab. 9/1, 3; tab. 18/1). Ornament je tako grobo izdelan, da ni govora o kaki simetriji. Žlebljeni ornamenti so plitke, zaobljene kanelure, ki potekajo v skupinah poševno ali navpično (tab. 8/1, 4, 5).

Na posameznih fragmentih so okras pod ustjem posode eno- ali dvovrstni vbodi, napravljeni z nekim ostrim orodjem. Oblika le-teh je navadno polkrožna, včasih tudi ovalna (tab. 10/8; tab. 12/5). Razen vbodov so okras tudi okrogle vdolbine, napravljene s topim okroglim predmetom. V enem primerku gre za dvovrstne vdolbine na ramenu bikoničnega lonca kombinirane z žlebljenimi linijami, medtem ko so v drugem primerku brez reda razmeščene na trebuhu posode (tab. 8/1; tab. 10/6). V danem primeru ne moremo z gotovostjo trditi, da so okrasnega značaja. Nastale so namreč lahko nehote pri obdelavi zunanje površine.

Zelo pogosten način vrezovanja so zareze na ustju posod. Čeprav so napravljene z nekim predmetom, so mehkejše in se pogosto razlikujejo od onih na zunanjem robu ustja, ki imajo ostre trikotne obris. Večkrat je narezan samo zgornji rob ustja (tab. 10/5).

Preprosto okraševanje z odtisi nohtov in prstov, ki naredi videz nagubanosti, je bilo v bronasti dobi zelo v rabi. Taki ornamenti so v naših primerih samo pod ustjem. Tu je površina lahko tako vtisnjena, da napravijo višji deli videz valovnice, ali pa je na mestih, kjer so odtisi, odebeljena s plastičnim rebrom (tab. 7/1; tab. 10/2; tab. 23/13). Redkeje pa se na mestih takega okraševanja pojavlja aplicirana površina (tab. 10/1).

Značilnost okraševanja v Kevdercu so na poseben način inkrustirani liki trikotnikov. Ti so skoraj vedno šrafirani s poševnimi črtami, ki so zapolnjeni z belo inkrustacijo. Včasih pa ta masa pokriva ves trikotnik in je potem površina pod njo narezana brez reda (tab. 1/2; tab. 2/5). Kombinacijo obeh načinov inkrustiranja kaže vrč z ročajem, ki ima dvovrsten motiv visečih trikotnikov. Zgornji so šrafirani v eno, spodnji v drugo smer. Ti imajo v desnem kotu še manjše trikotnike, ki so bili docela zapolnjeni z belo maso (tab. 1/1, 1 a; tab. 19/3). Slednjič so motivi šifriranih trikotnikov kombinirani še z globokimi navpičnimi vbodi ob straneh, ali pa na vrhu pod ustjem (tab. 2/2, 4; tab. 3/2).

Poseben motiv imajo fragmenti večje polkroglaste posode. Na glajeni površini potekata po dva široka inkrustirana pasova, ki tvorita zavrt, morda celo spiralni ornament (tab. 2/1; tab. 19/4).

Fragment vrča, ki ima pod ročajem podolgovate inkrustirane vreze tako razvrščene, da imajo obliko listnatega ornamenta (tab. 2/3), kaže precej sličnosti s fragmentom iz Pečine pod Steno (Grotta delle Gallerie) v dolini Glinščice (Battaglia, 1960, 358, fig. 133).

Prava posebnost inkrustiranja na Lubniku je čaša z okroglim dnom. Vsa zunanja površina je do dna ožlebljena in zalita z belo maso. Vmes je več navpičnih vrst globokih vbodov, ki so pravtako inkrustirani (tab. 3/1; tab. 19/2).

Tudi obarvana keramika je posebnost našega materiala. Gre za nekaj fragmentov z glajeno površino, ki imajo sledove rdeče barve. Slabo vidne lise so ostanki premaza ali pa so sledovi rdeče barvaneega ornamenta, ki je že razpadel.

Preprost način ornamentiranja je tudi plastična dekoracija. Nekateri bradavičasti izrastki in vzbokline imajo praktičen pomen držajev in so običajno ob največjem obodu posode. Tam, kjer ne morejo rabiti praktičnemu namenu, pa imajo dekorativen značaj. Obe funkciji, praktično in dekorativno, je lahko imelo trodelno plastično rebro na največjem obodu nekega velikega lonca (tab. 11/3).

c) *Ostali glinasti predmeti.* Posebna redkost, oziroma doslej edina taka najdba v jamah LR Slovenije je pintadera (tab. 14/1; tab. 20/16). Rabila je za žigosanje ali tetoviranje na kožo. Je podolgovato koničaste oblike in ima na spodnji strani globoko vrezan motiv iz podolžne linije, ki jo pravokotno seka sedem črt. Najbližje analogije najdemo v pintaderi konične oblike v Terezijini jami (Caverna Teresa) pri Devinu (Moser, 1888, 21) in v petih pintaderah,

ki so jih našli v Pečini pod Steno (Grotta delle Gallerie) na Tržaškem (Battaglia, 1960, 362; Valles, 1957, 25). Po obliki se te precej ločijo od naše. Imajo ročaje, pravokotno ploskev in drugače vrezane ornamente. Najlepša in največja je tista, ki so jo našli pred leti, z motivom dvojne vrezane spirale. Hranijo jo v Società Alpina delle Giulie v Trstu, a še ni bila objavljena.

Med kulturnimi ostalinami v Kevdercu smo našli tudi pet glinastih uteži. Štirje primerki so navadne diskaste okrogle plošče, ki so v sredini prevrtane (tab. 3/7—10; tab. 21/1, 2). Med seboj se le malo razlikujejo po debelini, velikosti in premeru luknje. Posebno vrsto pri nas naj bi predstavljala velika utež podolgovate polmesečne oblike. Fragmentarno smo je našli le dobro polovico. Izdelana je iz čiste, toda slabo pečene gline (tab. 21/3). Na enem koncu ima še ohranjeno luknjo za privezovanje. Taka oblika uteži je v Sloveniji redka in moramo zanjo iskati predhodnike v palafitskih kulturah severne Italije (Cornaggia, 1955, 6: peso da telaio — tipo reniforme).

Končno smo našli še nekaj kosov primitivnega stenskega ometa iz grobe gline (tab. 21/7). Na njih so dobro vidni sledovi prepletanja vej.

B. Kamnitni in koščeni izdelki

V primeri z najdenim obilnim keramičnim inventarjem je kamnitnih, koščenih in roženih izdelkov malo. Še največ je koščenega in roženega orodja, medtem ko kamena industrija sploh ni izrazita in smo izkopali le nekaj značilno izdelanih predmetov.

Najlepši kamnitni najdbi sta sekiri. Ena je iz sivozelenega serpentina s tako glajeno površino, da se sveti (tab. 17/1; tab. 21/4). Je podolgovate oblike s šilastim čelom (Spitznackenbeil). Ostro rezilo sekire se nekoliko razširi, je neenakomerno usločeno in je na enem koncu nekoliko odbito. Sledovi rabe so dobro vidni. Prerez sekire je štirioglat s profiliranimi robovi. Drugi tip je ploščata sekira iz sivega sljudastega peščenca (filit). Rezilo je ostro, glajeno in polkrožno usločeno. Teme sekire je odbito (tab. 17/2; tab. 21/5).

Naslednji zanimivi predmet je iz sivega roženca izdelana puščica z zajedo nizke trikotne oblike (tab. 14/3; tab. 20/15). Površina je skrbno retuširana, prav tako robovi in polkrožno oblikovana konica. Krilci puščice nista enaki, temveč je eno tanjše in ostreje prehaja v zajedo. Med kamnitnimi izdelki smo našli nekaj rezil iz roženca. So v glavnem podolgovati nožiči z retuširanimi robovi. Le eden je bolj okroglo trikotne oblike in je rabil lahko tudi kot praskalo. Najden je bil v Lubniški jami (tab. 14/5; tab. 22/2, 3).

Brusni kamni so nadaljnji kamnitni inventar Kevderca. Delimo jih v dve vrsti. V prvo vrsto spadajo veliki brusi iz sivih peščenjakovih prodnikov podolgovato ovalne oblike (tab. 21/6). Na površini so zelo vidni sledovi brušenja. V drugo vrsto pa štejemo manjše

bolj štirioglate bruse iz rdečerjavega hematita (tab. 21/9). Vsaj na dveh ploskvah so rabili za brušenje, ker je tam površina zglajena na sij. Neznane namenu je rabil kamnit predmet iz kalcita v podobi prisekanega stožca iz Lubniške jame (tab. 20/13). Zgornja večja ploskev je zaobljena, spodnja ploskev pa ravno odrezana in glajena.

Izdelkov iz kosti in rogovja je precej več. V glavnem gre za orodje, ki ga je človek rabil za pripravljanje hrane in pri lovu.

Najbolj značilne koščene najdbe so bodala, ki so največkrat popolnoma ohranjena (tab. 15/1—6; tab. 20/10—12). Vedno so izdelana iz močnejših cevastih živalskih kosti. Praviloma imajo skrbno izdelano konico, pa tudi površina je glajena tako, da se sveti. Za bazo imajo običajno kostni sklep, včasih pa je ta del bodala odlomljen. Oblika prereza je navadno bolj trikotna, v nekih primerih pa tudi ploščata. Tudi lepo izdelana konica elipsastega preseka je pripadala brzkone nekemu dolgemu bodalu (tab. 17/3).

Šila so manjša od bodal. Vsi trije primerki so iz cevastih kosti (tab. 14/4, 8; tab. 17/4). Dve šili imata odlomljen spodnji del, a skrbno izdelani konici, tretje šilo pa ima razen lepe konice polkrožno usločeno in obdelano bazo, ki je verjetno rabila kot dleto ali strgalo. Poseben primerek je ozko šilo z zarezo na bazi in so ga praktično uporabljali kot iglo (tab. 14/9).

Zanimivi so predmeti, ki so rabili kot dleta. Izdelani so navadno tako, da so jih na bazi natakneli in šele potem uporabljali. Troje dlet je iz živalskih kosti (tab. 16/1; tab. 17/7; tab. 22/6). Rabna ploskev je usločena ali ravna in kdaj tudi retuširana. Najlepši primer je iz jelenovega roga (tab. 17/5). Rezilo je ostro, nekoliko razširjeno, rahlo usločeno in glajeno na sij. Po obliki je že zelo podobno ploščatim sekiram.

Neposredno, najbrž za nasajanje drugih uporabnih predmetov, sta rabila dva koščena izdelka. Obdelan kozji rog je na zgornjem koncu prevrtan (tab. 16/6), a luknja ni mogla rabiti za drugo, kot za obešanje. Praktičen pomen je imel lahko samo obdelan in v notranjost prevrtan koren roga. Drug tak koščen predmet je votel obroč v obliki tuljave. Zunanja površina je glajena, robovi pa so zaobljeni (tab. 15/8).

Koščeno orodje so tudi izdelki iz rogovja. Velika prevrtana sekira iz jelenovega roga ima ošiljeno, a močno obrabljeno rabno ploskev (tab. 16/4; tab. 19/1). Glajeni in obdelani srnjakovi rogi pa so rabili kot bodala ali šila (tab. 16/2; tab. 17/6). Sem moramo šteti še kanine divjih prašičev. Na odrezanem korenu so navadno obdelani, dočim je konica brez obdelave lahko koristno rabila.

Primerek nakita je deloma zasigana lupina morske školjke iz rodu *Pectunculus* (tab. 21/8). Na apeksu je prevrtana in je rabila kot obesek. Našli smo še nekaj lupin školjk, a brez sledov rabe.

C. Časovna opredelitev in sklepe

Arheološki material iz Kevderca na Lubniku in tudi Lubniške jame v neki meri precej dopolnjuje dosedanje poznavanje bronaste dobe v Sloveniji. Čeprav so to jamske najdbe, jih ne moremo vzporediti z najdbami v Ajdovski jami (Korošec, 1953, 45), ki so iz iste dobe kot seliščne najdbe v Drulovski pri Kranju (Korošec, 1956, 3; 1960, 1) in v Zrečah pri Slovenskih Konjicah (Pahič, 1955, 258). Omenjene najdbe datirajo v tako imenovani alpski facies lengyelske kulture (Korošec, 1961, 10; 1958, 83) in predstavljajo v Sloveniji konec neolita poseben kulturni center pod vplivom te podonavske kulture. Dasi imajo z našim materialom nekaj stičnih točk, ki se kažejo predvsem v primitivnem dojemanju ornamenta vrezanih linij in okroglih vbodov v Ajdovski jami in na Drulovski (Korošec, 1956, T.II), material iz Lubnika le nima tistih značilnih oblik keramike, ki daje pri nas tej poznoneolitski skupini pečat lengyelske kulture. To je ločno zoževanje posod proti dnu. Pa tudi drugi elementi, kot so to perforirani subkutani ročaji, bela inkrustacija, motivika ornamentov, predvsem pa oblika posod, daje temu materialu čisto drugo značilnost. Iskati jo moramo v drugem slavonskem kulturnem krogu v širšem smislu, kamor spada tisti čas tudi kultura Ljubljanskega barja.

Keramični material iz Kevderca ima nekaj značilnih oblik, ki so bistvene za datacijo bronaste dobe v Sloveniji. Ne gre le za ornamentiranje posod z belo inkrustacijo, ki imajo na Lubniku poseben, dasi soroden način inkrustacije kot jo razodeva slavonska kultura, in to v motiviki in v nanašanju bele mase na ornament. Še bližje grobe analogije kaže ostra profilacija posod na največjem obodu, kažejo jo pa tudi polkroglasti vrči z nenaznačenim dnom, ki so tipični za kolišča na Igu za fazo Ig II. Faza Ig I je starejša; ima svojstven značaj, ki se kronološko veže s kulturo vzhodnoalpskih kolišč in badensko kulturo. Časovno se pri nas začneja konec alpskega faciesa lengyelske kulture (Korošec P., 1959 a, 105).

Tudi podobno šrafitiranje trikotnih ornamentov in plastične vzbokline ob največjem obodu potrjujejo značilnost te mlajše faze (Korošec P., 1959, 6; 1959 a, 96). V obeh jamah na Lubniku so tudi primeri preprostega ornamentiranja z odtisi prstov pod ustjem posod, ter primerki plastičnih reber in izboklin, ki so značilni za kolišča, ki so mlajša od izanskih kolišč. Tudi najdena plitka skodela z močno navzven zavihanim ustjem (tab. 4/3) je po obliki podobna bronastodobnim skodelam na barjanskih koliščih (Korošec, 1955, 259, 265).

Nekatere najdbe iz Kevderca kažejo tudi na vplive od drugod. Tako ima naša pintadera kljub drugačni obliki vzornike v jamah na Tržaškem krasu (Pečina pod Steno in Terezijina jama), dasi so bile tudi ti verjetno importirani preko severne Italije iz jam ob ligurski obali (Korošec, 1961, 26). Tudi fragment vrča z ročajem,

pod katerim je listnat inkrustiran ornament, je zelo podoben tistemu iz Pečine pod Steno (Grotta delle Gallerie) in najdemo tudi zanje analogije v severni Italiji. Tudi za glinasto polmesečno utež iz Kevderca je treba iskati analogije v severnoitalijanskih mostiščarskih kulturah (Lagozza).

Bronastodobna slavonska kultura na Slovenskem, ki ji za sedaj pripisujemo tudi najdbe iz Kevderca in Lubniške jame, je zajela s tem še severnejši del naše pokrajine. Tu je bivalo ljudstvo, ki je bilo z ozirom na kulturo močna etnična celota, verjetno s središčem na koliščih Ljubljanskega barja. Najdeno gradivo ima sicer neko svojskost, vsekakor pa se neposredno veže na mlajšo fazo kulture Ljubljanskega barja. Ta se je verjetno razvijala samostojno, čeprav pod nekaterimi vplivi od drugod, zlasti takrat, ko se je slavonska kultura v Slavoniji že umikala proti jugu.

Iz doslej najdenega gradiva v Kevdercu in Lubniški jami si lahko ustvarimo bežno sliko o takratnem življenju. Doslej še ni dokazov, da bi bila jama naselbina ali lovška postaja v pleistocenu. Ni izključeno, da jo je človek uporabljal že v ledeni dobi, saj so bili življenjski pogoji vsaj taki kot v naših drugih jamskih paleolitskih postajah. Dokler niso raziskane še spodnje pleistocenske plasti, pa je seveda vsako sklepanje o tem odveč.

Obe jami spadata med doslej najvišje ležeča bronastodobna podzemeljska najdišča v Sloveniji. Ker tod ni veliko jam, človek za naselitev v njih ni imel posebne izbire. Življenjski pogoji pa so bili v Kevdercu ugodni. Vhod v jamo je obrnjen proti jugozahodu. V bližini je dovolj tekoče vode, pa tudi v jami so večja jezerca nakapane vode. Bližnjo in daljno okolico so pokrivali listnati in iglasti gozdovi, ki so ustvarili odlične pogoje za lov in nabiranje hrane.

Kulturne najdbe smo našli v vsem sprednjem delu Kevderca. Dvoranica, ki zaključuje južni del jame, je prekopana v celoti. Raziskana je tudi vhodna dvorana, kjer je to le bilo možno. V sektorju pod skalno stopnjo je bilo največ ostankov materialne kulture. Tu so se pač ustavili še poslednji predmeti, ko so se pomikali v notranjost jame. Črepinje globlje v jami pa očitno pričajo o nenadnem vodnem prenosu.

Posebno vprašanje je naselitev sprednjega dela jame. Res smo našli dosti arheološkega materiala, ki priča o prisotnosti takratnega človeka. A kako so najdbe zašle v jamo? Kulturna plast je takoj na površju ali pa pod vrhno sigovo skorjo in ni zato nobenih pravih stratigrafskih podatkov. Ker sestav in debelina plasti zelo kolebata, po tej poti ne moremo priti do jasnejših zaključkov. Vrh tega so najdbe z nekaterimi izjemami tudi zelo fragmentarne in raztresene. Zato je izven dvoma, da smo jih našli v sekundarni legi. Verjetno jih je naplavila voda iz višjih delov jame, če ne celo s ploščadi pred vhodom, ker padajo tla strmo v notranjost. Tudi najdbe v Lub-

niški jami dopuščajo domnevo, da so v Kevdercu naplavljene tudi od tod.

Kljub najdenim fragmentom netipične keramike v sondi nad jamskim prostorom bi bila še preuranjena misel, da so najdbe naplavljene s površja skozi kamine in razpoke v jamskem stropu. Tipološka primerjava te keramike zaradi netipičnosti ni bila možna, po drugi strani pa jamska keramika ne kaže nobenih znakov daljšega transporta. Te najdbe pa ne izključujejo možnosti, da je bil naplavljen material s površja posebno tam, kjer so v bližini kakšna prazgodovinska selišča.

Precej debela in obsežna plast ognjišča v južni dvoranici je edini oprijemljivi dokaz, da je človek bival v jami. Plasti ognjišča so bile v prvotni legi, ker jih odplakovanje ni doseglo. Tudi lega in sestav ognjišča pričata o kurišču, ki so ga dalj časa uporabljali neprekinjeno ali tudi le občasno v manjših presledkih.

Dokončno besedo o naselitvi jame bomo mogli izreči šele potem, ko bo prekopana celotna ploščad pred obema vhodoma, ki je posledica podora nekdanjega abrija, in tudi sosednja Lubniška jama kot sestavni del Kevderca.

D. OPIS GRADIVA

Tabla 1:

1. Fragmentiran polkroglasti vrč iz sivorjave s peskom pomešane gline. Trakasti ročaj presega ustje in ga veže z največjim obodom. Dno je nenaznačeno. Na zunanji površini je belo inkrustiran ornament dvovrstnih visečih trikotnikov, ločenih med seboj s tremi linijami. Ornament se ob ročaju prekine. Inv. št. 3202 (prim. tab. 19/3).

1 a. Razviti ornament visečih inkrustiranih trikotnikov na vrču pod 1.

2. Fragment posode iz temnosive s peskom pomešane gline. Ornament visečega trikotnika je ves zalit z belo inkrustacijo. Inv. št. 3197 (prim. tab. 19/8).

3. Fragment posode iz črnosive dobro pečene gline z ostankom širokega trakastega ročaja na največjem obodu. Pod njim so sledovi belo inkrustiranega ornamenta ostrih vrezanih linij. Inv. št. 3204 (prim. tab. 20/4).

4. Fragment največjega oboda posode iz rdeče pečene gline. Zunanja površina je rjavo glajena in ima pod ustjem ornament dvovrstnih ostrih vbodov, kombiniranih z vrezanim motivom trikotnika. Inv. št. 3194 (prim. tab. 20/2).

5. Fragment največjega oboda posode iz črne, s peskom pomešane gline. Zunanja površina je glajena in ima sledove belo inkrustiranega vrezanega ornamenta. Inv. št. 3193 (prim. tab. 20/5).

Tabla 2:

1. Trije fragmenti večje polkroglaste posode iz sivorjave, s peskom pomešane gline. Zunanja črna glajena površina ima ornament dveh širokih

belo inkrustiranih pasov. Motiv je verjetno spiralen, ker se eden izmed krakov koničasto konča. Inv. št. 3199 (prim. tab. 19/4).

2. Fragment ramena in največjega oboda posode iz rdeče s peskom pomešane gline. Zunanja stran je rjave barve in ima belo inkrustiran ornament dvovrstnih vbodov in narezanega trikotnika. Inv. št. 3195 (prim. tab. 20/6).

3. Fragment vrča iz rjave, s peskom pomešane gline. Na največjem obodu je ohranjen del trakastega ročaja z belo inkrustiranim listnatim ornamentom. Inv. št. 3200 (prim. tab. 20/3).

4. Fragment zgornjega dela večje polkroglaste skodele iz sivorjave, s kvarcitom pomešane gline. Pod ustjem in na ramenu je kombiniran belo inkrustiran ornament globokih vbodov in visečih šrafiranih trikotnikov. Inv. št. 3198 (prim. tab. 19/6).

5. Fragment zgornjega dela posode z visokim usločenim vratom iz sive gline. Površina je glajena in ima na vratu viseč narezan trikotnik, ki je bil ves zapolnjen z belo inkrustacijo. Inv. št. 2769 (prim. tab. 19/7).

6. Fragment največjega oboda večje polkroglaste posode iz rdeče pečene, s peskom pomešane gline. Na zunanji rjavosivi površini je del ornamenta v obliki šrafirane trikotnika z belo inkrustacijo. Inv. št. 3196 (prim. tab. 19/5).

Tabla 3:

1. Fragmentirana jajčasto-ovalna čaša z visokim vratom in okroglim dnom iz rdečkaste slabo pečene gline. Zunanja, rjavo glajena površina je nažlebljena in pokrita deloma še z belo inkrustacijo. Vmes so v navpičnih vrstah globoki ostri vbodi, ki so bili prav tako inkrustirani. Vzdolž največjega oboda seče ves motiv plitka kanelura. Tudi dno je inkrustirano. Inv. št. 3201 (prim. tab. 19/2).

2. Fragment zgornjega dela posode iz sivorjave nečiste gline. Pod ustjem poteka del belo inkrustiranega ornamenta. Pod vodoravno vrezano linijo je verjetno trikoten motiv, kombiniran s poševnimi linijami in okroglimi vbodi. Inv. št. 3205 (prim. tab. 20/7).

3. Fragment oboda posode iz črnosive s kvarcitom pomešane gline. Na grobo glajeni površini je del belo inkrustiranega ornamenta z motivom šrafirane trikotnika. Inv. št. 3206 (prim. tab. 20/1).

4. Dno večje sivorjave posode s prstanasto nogo, ki je na dveh nasprotnih koncih vodoravno prevrtana. Inv. št. 3155.

5. Fragment zgornjega dela sivorjave konične posode s priostrenim ustjem. Na zunanji strani je ornament vzporednih, poševno vrezanih linij. Inv. št. 2775.

6. Fragmentirana votla noga posode neznane oblike iz sivorjave gline. Notranja površina je glajena in ima na več mestih sledove rdeče barve. Inv. št. 2796.

7. Fragmentirana okrogla ploščata utež iz črnorjave gline. V sredini je prevrtana. Inv. št. 2756.

8. Okrogla, v sredini prevrtana utež diskaste oblike iz rdečerjave gline. Inv. št. 5165 (prim. tab. 21/2).

9. Okrogla, v sredini prevrtana utež diskaste oblike iz temnorjave gline. Inv. št. 5166 (prim. tab. 21/1).

10. Okrogla, v sredini prevrtana ploščata glinasta utež črnorjave barve. Inv. št. 2755.

Tabla 4:

1. Fragmentirana konična skodela iz rdečerjave gline, pomešane s peskom. Zunanja in notranja površina sta temneje glajeni. Šilasto ustje je odebeljeno, dno pa ravno. Inv. št. 5214.

2. Fragmentirana grobo izdelana terina iz črno pečene, močno s kvarcitom pomešane gline. Ravno odrezano ustje prehaja preko enakomerno izbočenega trebuha v ravno in poudarjeno dno. Inv. št. 5215.

3. Fragmentirana plitka skodela iz sivorjave dobro pečene gline. Površina je glajena. Ustje je močno zavihano navzven. Ravno dno ni ohranjeno. Inv. št. 5216.

4. Fragmentirana konična skodela iz sivorjave prečiščene in s kvarcitom pomešane gline. Ošiljeno in nekoliko navznoter zavihano ustje preide v okroglo oblikovano največjo periferijo. Na njej so na štirih mestih po dve bradavičasti aplicirani vzboklini. Inv. št. 5217.

Tabla 5:

1. Fragmentiran zgornji del temnosive bikonične posode iz gline, pomešane s peskom. Ustje je ravno odrezano, vrat je usločen. Na največjem obodu se posoda ostro prelomi. Inv. št. 2765.

2. Fragment večjega sivorjavega bikoničnega lonca z ravnim ustjem in poševno usločenim vratom. Največji obod ni ostro oblikovan. Inv. št. 2787.

3. Fragment spodnjega dela in ravnega dna sivorjavega lonca iz gline, pomešane s peskom. Inv. št. 2816.

Tabla 6:

1. Fragment konične posode iz rdečerjave gline, pomešane s kvarcitom. Ustje je ravno in polkrožno oblikovano. Inv. št. 5151.

2. Fragment bikonične rjavosive skodele iz gline, pomešane s peskom. Konkavno usločeni vrat se na največjem obodu ostro prelomi v trebuh. Posoda ima pod ustjem okrogel bradavičasti izrastek. Inv. št. 5153.

3. Fragmenti konične skodele z ravnim ustjem iz rdečerjave gline. Pod največjim obodom, kjer se posoda ostro prelomi, je okrogel bradavičasti izrastek. Inv. št. 5152.

4. Fragment rdečerjave bikonične skodele z odebeljenim in okroglo oblikovanim ustjem. Pod največjim obodom je bradavičasta aplikacija. Inv. št. 5150.

5. Več fragmentov velike bikonične skodele iz rjavo pečene gline, ki je močno pomešana s kvarcitom. Na ramenu se ostro lomi v trebuh, ki preide v majhno ravno dno. Zunanja površina je glajena. Inv. št. 3149.

6. Fragmentiran lonček jajčasto-ovalne oblike iz rdeče pečene gline. Notranja in zunanja površina sta črni. Ravno dno je naznačeno in na notranji strani odebeljeno. Inv. št. 3208.

7. Fragmentiran vrč iz rdeče, s peskom pomešane gline. Zunanja površina je rdečerjavo glajena. Na ustju, ki je nekoliko navzven zavihano, je ostanek trakastega ročaja. Vrat je poševno usločen in prehaja v okroglo oblikovani največji obod. Inv. št. 3210.

8. Polkroglast vrč iz sivorjave gline z neohranjenim dnom. Trakasti ročaj preseže polkrožno oblikovano ustje. Vrat je valjast in preko ramena preide v okroglo največjo periferijo. Zunanja površina je rjavo glajena, tako da se svetli. Inv. št. 3209.

9. Zgornji del manjšega vrča iz rjavosive, močno s peskom pomešane gline. Visoki cilindrični vrat prehaja v okroglo oblikovano največjo periferijo. Trakasti ročaj ovalnega preseka preseže ustje in ga veže z obodom. Zunanost posode je črne barve. Inv. št. 3212.

10. Vrč iz sivočrno pečene gline. Navzven zavihano in ošiljeno ustje preide v poševno usločeni vrat. Največja periferija se ostro lomi. Trakasti ročaj preseže ustje in ga veže s klekom na največjem obodu. Prehod v dno je samo naznačen. Inv. št. 3211.

11. Zgornji del rdečerjavega vrča. Ravno ustje in valjasti, usločeni vrat prehajata v klekasto največjo periferijo. Del ustja je oblikovan tako, da je imela posoda trakast, presegajoč ročaj. Inv. št. 3215.

Tabla 7:

1. Fragmentiran visok vrat velikega lonca iz rdeče pečene gline, močno pomešane s peskom. Pod ustjem potekata dve vzporedni vrsti globokih prstnih odtisov. Inv. št. 3160.

2. Fragment večje rdečerjave kroglaste posode, ki ima na ramenu perforiran subkutani ročaj. Inv. št. 2776.

3. Zgornji del sivorjave polkroglaste skodele z nekoliko navzven zavihanim ustjem in nepoudarjenim vratom. Inv. št. 2785.

4. Fragment visokega cilindričnega vratu sivorjavega lonca. Pod ravno odrezanim ustjem so enovrstni poševni vbodi. Inv. št. 2788.

5. Fragment zgornjega dela rjavosivega jajčasto-ovalnega lonca z visokim usločnim vratom. Na robu ustja so sledovi odtisov. Inv. št. 2814.

6. Fragment zgornjega dela rjavordeče konične posode iz gline, pomešane s peskom. Ravno ustje je vodoravno odrezano. Inv. št. 2802.

7. Fragmentiran kroglasti vrč z nenaznačenim okroglim dnom. Prečiščena glina je rjavo pečena. Ustje je zavihano navzven. Kratki usločeni vrat preide v okroglo največjo periferijo, ki se v enakem loku zožuje proti dnu. Zunanja površina je glajena. Inv. št. 3218.

8. Fragmenti spodnjega dela in ravnega dna temnosive posode iz gline, pomešane s peskom. Inv. št. 2767.

9. Fragment večje sivorjave posode z visokim usločenim vratom. Trakasti ročaj je presegel ustje in ga vezal z ramenom. Največja periferija je okroglo oblikovana. Inv. št. 2794.

Tabla 8:

1. Zgornji del večjega sivorjavega bikoničnega lonca z visokim usločenim vratom in nekoliko navzven zavihanim ustjem. Na ramenu je ornament dvovrstnih okroglih vbodov in navpičnih žlebičev. Inv. št. 2736.

2. Fragment visokega nekoliko usločenega vratu večjega lonca iz sivorjave nečiščene gline. Ustje je vodoravno odrezano. Inv. št. 3220.

3. Fragmenti zgornjega dela rjavordeče konične globoke skodele. Pod ravno odrezanim ustjem je široka plitka kanelura. Nekateri fragmenti so sivočrne barve, ker jih je kasneje ožgal ogenj. Inv. št. 3219.

4–5. Fragmenti večje sivorjave bikonične posode iz gline, močno pomešane s peskom. Ustje je zavihano navzven, vrat pa je visok in usločen. Največja periferija je odebeljena in se ostro prelomi. Izpod vratu in deloma še preko največjega oboda potekajo v skupinah poševno vrezani žlebiči. Inv. št. 2730.

6. Zgornji del rdečerjave konične kupe. Nepoudarjeno ustje in vrat prehajata v trebuh, ki se konveksno zožuje proti dnu. Na vratu sta po dve okrogli bradavičasti izboklini. Inv. št. 2778.

7. Spodnji del in ravno dno temnosive posode iz gline, pomešane s peskom. Inv. št. 2771.

8. Fragment zgornjega dela temnorjavega lonca boljše vrste z visokim in usločenim vratom. Po sredini poteka široka plitka kanelura. Zunanja in notranja površina sta glajeni. Inv. št. 3221.

Tabla 9:

1, 3. Fragmenti črnosive posode kroglaste oblike. Glina je pomešana s peskom. Na zunanji površini so deli spiralnega trakastega vrezanega ornamenta (prim. tab. 18/1). Inv. št. 2757.

2. Zgornji del majhne rdečkaste posodice z ravnim vratom in ošiljenim ustjem. Inv. št. 2833.

4. Miniatura čaša iz rdečerjavo pečene gline z navzven zavihanim ustjem in okroglim dnom. Inv. št. 2773.

5. Zgornji del temnosive bikonične skodele iz gline, pomešane s kremcem. Ustje je zavihano navzven, vrat pa je usločen. Na poudarjenem največjem obodu je perforiran subkutani ročaj. Inv. št. 2758.

6. Fragment sivorjave kroglaste posode, ki ima na največjem obodu vodoravno prevrtano ušesce. Inv. št. 2810.

7. Fragment usločenega vratu posode iz sive gline, močno pomešane s peskom. Na zunanji površini so ostanki ornamenta z vodoravno in navpično vrezanimi linijami. Inv. št. 3222.

8. Fragment temnorjave posode, ki ima na največjem obodu ročaj v obliki vodoravno prevrtanega ušesca. Inv. št. 3224.

9. Fragment rjavordeče posode, ki ima na največjem obodu perforiran subkutani ročaj. Inv. št. 3223.

Tabla 10:

1. Fragment zgornjega dela velikega sivorjavega lonca z visokim usločnim vratom. Pod ravno odrezanim ustjem je aplicirano rebro s prstnimi odtisi. Inv. št. 3226.
2. Fragment zgornjega dela večjega lonca z visokim vratom iz sivorjave gline. Pod ustjem in na zgornjem robu ustja je ornamentiran s prstnimi odtisi. Inv. št. 3162.
3. Fragment kroglaste posode iz črnosive prečiščene gline. Na največjem obodu je majhen trakast ročaj z ožlebljeno zgornjo stranjo. Nad ročajem so sledovi vrezanega ornamenta. Inv. št. 3228.
4. Fragment zgornjega dela rjavordeče posode z visokim vratom. Pod ustjem so dvovrstni vbodi, ki jih loči med seboj vodoravno vrezana linija. Inv. št. 2832.
5. Fragment rjavega jajčasto-ovalnega lonca z visokim usločnim vratom. Na zunanjem odebeljenem robu ustja so ostri trikotni vrezi. Notranja površina je črno ožgana. Inv. št. 3230.
6. Fragment sivordeče večje posode z ohranjenim majhnim trakastim ročajem na največjem obodu. Na zunanji površini so brez reda razvrščeni okrogli vbodi. Inv. št. 2782.
7. Fragment zgornjega dela sivorjavega vrča z valjastim vratom. Trakasti ročaj veže ustje z največjim obodom. Inv. št. 2795.
8. Fragment zgornjega dela rjavkaste posode z visokim vratom iz gline, pomešane s kremencem. Na vratu so dvovrstni ostri polkrožni vbodi. Enako je ornamentiran tudi poševno odrezani zunanji rob ustja. Inv. št. 3229.

Tabla 11:

1. Fragmentirana polkroglasta skodela iz sivorjave gline, močno pomešane s kvarcitom. Pod profiliranim ustjem je kratek usločen vrat. Na največjem obodu se posoda ostro lomi. Na notranji strani je precej usedline živordeče barve. Inv. št. 2325.
2. Fragmentiran spodnji del in ravno dno temnosive posode iz prečiščene gline. Zunanja površina je glajena in ima na nekaterih mestih sledove rdeče barve. Inv. št. 2819.
3. Fragment večjega rjavordečega lonca s črno ožgano notranjo površino. Na največjem obodu je plastično rebro iz treh podolžnih izboklin. Inv. št. 2822.
4. Fragment rdečerjave bikonične kupe z navzven odrezanim in zavahanim ustjem. Na največjem obodu je okrogla bradavičasta izboklina. Inv. št. 2824.
5. Fragment večje sivorjave posode, ki ima na največjem obodu držaj v obliki ovalnega čepastega izrastka. Inv. št. 2836.
6. Fragment bikonične skodele iz črnosive prečiščene gline. Na največji periferiji je ročaj v obliki navpično prevrtanega ušesca. Površina je glajena. Inv. št. 3227.

Tabla 12:

1. Fragment sivorjave posode z visokim vratom in ošiljenim ustjem, ki ima ovalen bradavičasti izrastek. Inv. št. 2770.
2. Fragment polkroglaste skodele z ravnim ustjem in nenaznačenim vratom iz rjavkaste gline. Od ustja do največje periferije sega navpična, ovalna, plastična izboklina. Zunanja površina je glajena in ima sledove rdeče barve. Inv. št. 2808.
3. Fragment večje sivorjave posode iz gline, pomešane s peskom. Na največjem obodu je držaj v obliki večjega bradavičastega izrastka. Inv. št. 2805.
4. Fragment rjavosive posode, ki ima na največji periferiji podolgovat plastični izrastek. Inv. št. 2811.
5. Fragment ravnega zgornjega dela svetlorjave posode. Pod profiliranim ustjem so enovrstni globoki vbodi ovalne oblike. Inv. št. 3235.
6. Fragment rdečerjave posode iz nečiste gline. Na zunanji strani potekajo brez reda vrezane linije. Inv. št. 2735.
7. Fragment največjega oboda črnosive posode z glajeno zunanjo površino, ki ima sledove vrezanega ornamenta. Inv. št. 3235.
8. Fragmentirana velika konična skodela iz temnorjave gline, močno pomešane s peskom. Na največjem obodu je okrogel bradavičasti izrastek. Inv. št. 3236.
9. Fragment zgornjega dela sivorjave polkroglaste skodele s šilastim ravnim ustjem. Na največjem obodu je navzgor zavihana plastična izboklina. Inv. št. 3232.

Tabla 13:

1. Fragment bikonične skodele z ravnim vratom in navzven zavihanim ustjem iz rjave prečiščene gline. Inv. št. 2806.
2. Fragment bikonične skodele iz črnosive gline, pomešane s peskom. Ustje je ravno odrezano, vrat pa je konkavno usločen. Inv. št. 2744.
3. Fragment zgornjega dela temnosive bikonične vaze iz dobro pečene gline. Ustje je zavihano navzven, vrat je visok in usločen. Največja periferija je močno poudarjena. Inv. št. 2759.
4. Fragment zgornjega dela sivorjave konične posode z ravnim vratom in ustjem. Inv. št. 2777.
5. Fragment rjavosive polkroglaste posode z visokim vratom in malce navzven zavihanim ustjem. Inv. št. 2798.
6. Fragment ravnega visokega vratu z navzven zavihanim ustjem sivočrne posode. Inv. št. 2763.
7. Fragment navzven zavihanega ustja in konkavno usločenega vratu manjše posode iz temnosive gline s površino, glajeno na sij. Inv. št. 2761.
8. Fragment sivorjave konične skodele z ravnim ustjem in vratom, ki ostro prehaja v trebuh. Inv. št. 2779.
9. Fragment rdečkaste konične skodele z navznoter odrezanim ustjem in ravnim vratom, ki se ostro lomi v trebuh. Inv. št. 2830.

10. Fragment sivordeče bikonične skodele z okroglim ustjem in usločnim vratom. Na največji periferiji se klekasto prelomi. Inv. štv. 2781.

11. Fragment vratu rdečerrjave bikonične posode z ravno odrezanim ustjem. Površina je temnorjavo glajena. Inv. št. 2809.

12. Fragment zgornjega dela sivega kroglastega vrča iz dobro pečene prečiščene gline. Vrat je visoko usločen z navzven zavihanim ustjem, ki ima ostanek ročaja. Površina je glajena na sij. Inv. št. 2760.

13. Fragment ravnega ustja temnorjave kupe z glajeno notranjo površino, ki ima vidne sledove rdeče barve. Inv. št. 3237.

Tabla 14:

1. Fragmentirana pintadera podolgovate konične oblike iz rjavordeče pečene gline. Prerez je trikoten z zaobljenimi robovi. Spodnja ploskev ima globoko vrezan motiv sekajočih se linij (prim. tab. 20/16). Inv. št. 3205.

2. Majhen fragment sivo pečene posode, ki ima na zunanji strani ornament vodoravnih in navpičnih vrezanih črt z belo inkrustacijo (prim. tab. 20/8). Inv. št. 3207.

3. Trikotna kamnitna puščica z zajedo iz roženca. Površina je skrbno retuširana, prav tako robovi in konica, ki je polkrožno izoblikovana. Krilci puščice nista enaki (prim. tab. 20/15). Inv. št. 2932.

4. Skrbno izdelana in glajena konica koščene šila. Inv. št. 3173.

5. Podolgovato rezilo iz sivega roženca s sledovi retuširanja. Inv. št. 3168.

6. Lepo izdelana konica večjega koščene bodala. Inv. št. 3174.

7. Zob divjega prašiča, ki je na korenu odrezan in obdelan. Rabil je kot orodje. Inv. št. 3185.

8. Koščeno šilo s skrbno izdelano konico. Tudi baza je obdelana in polkrožno usločena. Inv. št. 2935.

9. Koščena igla s tanko, okroglo in lepo izdelano konico. Na bazi je zarezana. Inv. št. 2941.

Tabla 15:

1. Koščeno bodalo s skrbno izdelano glajeno konico. Baza je kostni sklep, ki ima ob strani globoko obrabljeno zarezo (prim. tab. 20/10). Inv. št. 3170.

2. Konica koščene šila v dobro obdelano površino. Tudi na robovih so sledovi rabe. Inv. št. 2933.

3. Bodalo iz živalske kosti z odlomljeno konico in bazo. Oblika je nekoliko ukrivljena. Inv. št. 3184.

4. Koščeno bodalo ozke podolgovate oblike in okroglega preseka. Konica je skrbno izdelana in glajena. Inv. št. 2938.

5. Koščeno bodalo trikotnega preseka z okroglo in glajeno konico (prim. tab. 20/11). Inv. št. 3181.

6. Koščeno ploščato bodalo s površino, glajeno na sij, in skrbno izdelano konico. Baza mu je kostni sklep (prim. tab. 20/12). Inv. št. 3171.

7. Koščeno gladilo polmesečne oblike iz živalskega rebra. Ravni rob je obdelan in obrabljen. Inv. št. 2937.

8. Koščen kóničen obroč v obliki tuljave, ki je rabil za nasaditev drugega predmeta (prim. tab. 20/14). Inv. št. 3169.

Tabla 16:

1. Ploščato koščeno dleto z retušami in glajenim rezilom. Inv. št. 2940.

2. Srnjakov rog z dvema paroškoma. Konici sta obdelani in glajeni. Rabili sta kot bodalo ali šilo. Inv. št. 3182.

3. Konica koščenega bodala elipsastega prereza z glajeno površino. Inv. št. 2934.

4. Velika močno rabljena prevrtana sekira iz jelenovega roga. Konica je z dveh strani ošiljena in zelo obrabljena (prim. tab. 19/1). Inv. št. 3180.

5. Koščeno ploščato bodalo z odlomljeno konico, ki je bila dobro izdelana. Baza bodala je sklepna ponvica. Inv. št. 2847.

6. Proti koncu prevrtan kozji rog, ki ima tudi v notranjost prevrtan in obdelan koren roga. Rabil je verjetno za nasajanje drugih predmetov. Inv. št. 2942.

Tabla 17:

1. Podolgovata kamnitna sekira s šilastim čelom (Spitznackenbeil) iz sivozelenega serpentina. Ostro rezilo je neenakomerno usločeno. Prerez je štirioflat s profiliranimi robovi. Vsa površina je glajena (prim. tab. 21/4). Inv. št. 2929.

2. Ploščata kamnitna sekira iz sivega sljudastega peščenjaka — filita. Glajeno rezilo je ostro in polkrožno usločeno. Čelo sekire je odbito (prim. tab. 21/5). Inv. št. 3167.

3. Glajena konica ploščatega koščenega bodala z elipsastim prerezom. Inv. št. 2931.

4. Fragmentirano šilo iz cevaste kosti z lepo izdelano konico. Inv. št. 2943.

5. Dleto z odlomljeno bazo iz jelenovega roga. Rezilo se nekoliko razširi; je ostro in enakomerno usločeno ter glajeno na sij. Inv. št. 2930.

6. Srnjakov rog s parožkom, ki je izdelan kot bodalo. Ostali parožki so namenoma odbiti. Inv. št. 3176.

7. Koščeno dleto podolgovate ploščate oblike. Rezilo je obdelano in glajeno ter polkrožno usločeno. Inv. št. 2936.

Tabla 18:

1. Fragmenti polkroglaste posode z vrezanim spiralnim ornamentom (prim. tab. 9/1, 3).

Tabla 19:

1. Prevrtana sekira iz jelenovega roga (prim. tab. 16/4).

2. Fragmentirana čaša z inkrustiranim ornamentom po vsej zunanji površini (prim. tab. 3/1).

3. Polkroglast vrč z inkrustiranim ornamentom dvovrstnih visečih trikotnikov (prim. tab. 1/1, 1 a).
4. Fragmenti polkroglaste posode z ornamentom zavitih inkrustiranih pasov (prim. tab. 2/1).
5. Ornament šrafiranega inkrustiranega trikotnika (prim. tab. 2/6).
6. Inkrustiran ornament šrafiranih trikotnikov in globokih vbodov pod ustjem posode (prim. tab. 2/4).
7. Ornament trikotnika, ki je bil zapolnjen z belo inkrustacijo (prim. tab. 2/5).
8. Ornament belo inkrustiranega trikotnika (prim. tab. 1/2).

Tabla 20:

1. Inkrustiran ornament šrafiranega trikotnika (prim. tab. 3/3).
2. Inkrustiran trikoten ornament, kombiniran z vbodi (prim. tab. 1/4).
3. Inkrustirani vbodi pod ročajem posode, ki so razvrščeni tako, da tvorijo listnat ornament (prim. tab. 2/3).
- 4) Inkrustiran ornament vrezanih linij pod ročajem posode (prim. tab. 1/3).
5. Deli ornamenta inkrustiranega trikotnika (prim. tab. 1/5).
6. Inkrustiran ornament vbodov in narezanega trikotnika (prim. tab. 2/2).
7. Inkrustirani okrogli vbodi in poševne linije trikotnega ornamenta (prim. tab. 3/2).
8. Inkrustiran ornament vrezanih črt (prim. tab. 14/2).
9. Inkrustiran ornament sekajočih se linij (prim. tab. 22/1). — Lubniška jama.
10. Koščeno bodalo (prim. tab. 15/1).
11. Koščeno bodalo (prim. tab. 15/5).
12. Koščeno bodalo (prim. tab. 15/6).
13. Obdelan kamnit predmet iz kalcita v obliki prisekanega stožca. Manjša ploskev je vodoravno odrezana in glajena (velikost $3,2 \times 2,7$ cm). Inv. št. 3188. — Lubniška jama.
14. Koščen obroč v obliki tuljave (prim. tab. 15/8).
15. Trikotna kamnitna puščica z zajedo (prim. tab. 14/3).
16. Glinasta pintadera z vrezanim ornamentom (prim. tab. 14/1).

Tabla 21:

1. Okrogla glinasta utež (prim. tab. 3/9).
2. Okrogla glinasta utež (prim. tab. 3/8).
3. Velika glinasta utež iz svetlorjave prečiščene, a slabo pečene gline. Oblika je polmesečna (ledvičasta). Na enem koncu je ohranjena luknja za privezovanje. Fragmentarno je ohranjena dobra polovica uteži (ohranjena dolžina 15,1 cm; debelina 8,2 cm). Inv. št. 3251.
4. Podolgovata kamnitna sekira (prim. tab. 17/1).
5. Ploščata kamnitna sekira (prim. tab. 17/2)

6. Fragmentiran brusni kamen podolgovate oblike iz sivega peščenjaka (velikost $13,5 \times 5,2 \times 5,3$ cm). Inv. št. 2725.

7. Fragment primitivnega hišnega ometa iz rjave, grobe gline (velikost $7,7 \times 5,9$ cm). Inv. št. 3252.

8. Lupina morske školjke iz rodu *Pectunculus sp.*, ki je na apeksu prevrtana (velikost $3,4 \times 3,7$ cm). Inv. št. 2721.

9. Fragment kamnitnega brusa iz rdečerjavega hematita (velikost $5,2 \times 3,4 \times 1,7$ cm). Inv. št. 2723.

Tabla 22: Lubniška jama

1. Fragment rjavkaste posode z inkrustiranim ornamentom sekajočih se vrezanih linij (prim. tab. 20/9). Inv. št. 3240.

2. Kamnitno rezilo trikotne oblike iz sivega roženca. Konica in robovi so skrbno retuširani. Inv. št. 3187.

3. Fragment kamnitnega nožiča iz rožnatega kremenca. Je podolgovate oblike z retuširanimi robovi. Inv. št. 3186.

4. Fragment koščenega šila z odlomjeno konico. Inv. št. 3191.

5. Obdelana konica kozjega roga s sledovi rabe. Inv. št. 3238.

6. Koščeno dleto podolgovate ploščate oblike z obdelanim in glajenim rezilom. Inv. št. 3190.

7. Fragment zgornjega dela rjavosive bikonične posode z ošiljenim in navzven zavihanim ustjem. Inv. št. 3239.

8. Fragment ravnega ustja posode iz rdečerjave gline, pomešane s kvarcitom. Na zunanji strani je inkrustiran ornament ravno in poševno vrezanih linij. Inv. št. 3242.

9. Fragment poševno odrezanega ustja rdečkaste posode z glajeno površino. Pod ustjem je ostanek vrezane kanelure. Inv. št. 3241.

Tabla 23: Lubniška jama

1. Fragment bikonične manjše posode iz svetlorjave gline, pomešane s kvarcitom. Ustje je ravno odrezano. Na največjem obodu je okrogel gumbast izrastek. Inv. št. 3243.

2. Fragment sivorjave posode, ki ima pod ravno odrezanim ustjem ostre elipsaste vbode. Inv. št. 3244.

3. Fragment črno pečene posode z rjavo površino. Pod ravno odrezanim ustjem je narebrena površina z odtisi prstov. Inv. št. 3245.

4. Fragment visokega usločenega vratu svetlorjave posode iz prečiščene gline. Površina je glajena. Inv. št. 3248.

5. Fragment zgornjega dela rjave polkroglaste skodele z ravnim koničastim ustjem. Glina je močno pomešana s peskom. Inv. št. 3247.

6. Fragment svetlordeče posode, ki se na največjem obodu ostro prelomi. Inv. št. 3246.

7. Fragment temnorjave posode, ki ima na zunanji strani okrogel koničast izrastek. Inv. št. 3249.

8. Fragment ravnega ustja temnorjave posode iz gline, pomešane s peskom. Pod ustjem so globoki enovrstni prstni odtisi. Inv. št. 3250.

Résumé

**LA CIVILISATION ET LES RÉSULTATS DES FOUILLES
ARCHÉOLOGIQUES DANS LES GROTTES KEVDERC
ET LUBNIŠKA JAMA**

C'est depuis cent ans déjà que les spéléologues slovènes s'intéressent au monde souterrain des environs de Škofja Loka (Berčič, 1956, 276). Jusqu'ici, on a découvert dans le massif du Lubnik et dans ses contreforts 10 grottes (fig. 1) qui se sont développées dans le calcaire coquillier triasique ou dans le conglomérat oligocène (Kiauta-Leben, 1960, 157). Les grottes Kevderc et Lubniška jama se trouvent sur le versant méridional du Lubnik (1027 m). Leurs entrées sont situées environ 100 m au-dessus du lit du ruisseau qui les a creusées à l'époque du pliocène moyen (Kuščer, 1945, 39; 1959, 69; Planina, 1955, 166; Ramovš, 1957, 12).

Kevderc

Après les premières découvertes archéologiques dans le Kevderc, faites en 1958, on y entreprit quelques fouilles d'essai. Leurs résultats furent assez encourageants pour justifier des fouilles systématiques que l'on organisa en 1959 (Leben, 1959, 85; 1959a, 72; 1960, 219). Ces fouilles avaient pour but de déterminer l'étendue des traces de civilisation et, éventuellement, l'ordre stratigraphique des couches, dans le cas où cette grotte aurait été habitée en plusieurs périodes de la préhistoire. La direction scientifique des travaux fut confiée à l'Institut de la Recherche Karstique auprès de l'Académie slovène des sciences et des arts. Tout le matériel découvert est conservé au Musée de Škofja Loka.

L'entrée de la grotte se trouve à l'altitude 810 m. Dès l'entrée, le sol descend en pente raide jusqu'au point 5 (fig. 2). Là s'embranchent une galerie étroite dirigée vers le nord et qui commence par un ressaut de 3 m. Vers le sud, la grotte se termine par une petite salle. D'après les explorations faites jusqu'ici, la grotte a une longueur de 405 m et une profondeur de 54 m.

C'est dans la petite salle que les travaux ont commencé (secteur I — fig. 3). Il n'y a pas de stratigraphie particulière, car les objets découverts se trouvaient dans la couche superficielle, mêlée de débris. On voit que l'eau a entraîné les couches vers les parties plus basses, en les mélangeant avec les éboulis pierreux du fond de la grotte. Nous avons mesuré les profils dans l'axe X qui traverse les points de polygone 6a — 6 dans la direction NW—SE (fig. 4), et perpendiculairement au profil précédent, là où commence le cône d'éboulis (fig. 5). Vers le sommet de ce cône d'éboulis, la couche de civilisation s'amenuise en biseau (point 4c). A peu près au centre de la petite salle nous avons découvert tout près de la surface une couche relativement profonde de cendres, provenant sans doute d'un foyer qui avait dû servir fort longtemps (fig. 6). Ce foyer, conservé à son empla-

ement primitif, représente jusqu'ici la seule preuve tangible que l'homme a visité cette grotte. L'analyse palinologique du charbon a donné le résultat suivant: *Fagus*, *Betula*, *Corylus*, *Ostrya*, *Carpinus*, *Acer*, *Quercus*, *Abies*, *Taxus*, *Pinus silvestris* et *Pinus cembra*.

Après avoir exploré ce premier secteur, nous avons continué nos fouilles dans les autres parties de la grotte. Nous avons pu constater que la couche de civilisation était partout apportée par l'eau, c'est-à-dire qu'elle se trouvait en position secondaire. Dans le secteur V, nous avons dû d'abord briser une croûte de concrétion calcaire épaisse de 8 cm sous laquelle se trouvait une couche noire, grasse et charbonneuse qui contenait quelques débris de poterie. On peut donc supposer que que l'eau eût d'abord emporté l'argile qui se trouvait sous cette croûte, et qu'elle remplît plus tard le vide avec le matériel qu'elle apportait des parties plus hautes de la grotte. Les découvertes faites dans les parties plus profondes de la grotte semblent confirmer cette théorie. Dans la salle derrière le lac (secteurs VI et VII) nous avons trouvé en trois endroits des fragments de poterie déposés à un niveau identique, mais assez distants l'un de l'autre (pl. 6/10). Comme ils étaient déposés sur des galets roulés, l'eau les a sans doute apportés en même temps, et laissé en des endroits différents.

Nous avons fait en même temps des sondages à la surface, au-dessus de la cavité souterraine. Un de ces essais nous a livré quelques fragments de poterie atypique apportés par l'eau. De cette découverte est née l'hypothèse que le matériel archéologique trouvé dans le Kevderc y fût arrivé d'en haut, par les cheminées et les crevasses de la voûte (Korošec J., 1961, 7). Cette hypothèse est séduisante, mais avant de nous prononcer définitivement il faudrait explorer en détail le terrain devant l'entrée, ainsi que la Lubniška jama voisine. Toutefois, les débris de poterie trouvés dans le Kevderc ne semblent pas avoir subi un long voyage.

Tous les vestiges de civilisation que nous avons découverts dans le Kevderc se trouvaient dans la couche superficielle. Puisque la couche de civilisation est en position secondaire, elle ne permet aucune identification stratigraphique. L'état de conservation de la poterie est mauvais, seulement un tiers des vases permet la reconstitution des formes primitives. On devra donc se contenter de l'étude typologique de ces fragments. Les objets en os sont rares, et plus rares encore les silex taillés. Outre le foyer, de nombreux os d'animaux marqués par le feu prouvent que la grotte, et, avec plus de probabilité encore, la place devant la grotte ont été occupées pendant de longues périodes. La poterie d'usage courant, les poids de terre cuite et les fragments d'un enduit mural primitif prouvent eux aussi qu'il s'agit d'un site habité.

Lubniška jama

Les découvertes archéologiques faites dans le Kevderc ont été suivies des fouilles dans une grotte voisine, la Lubniška jama. Un sondage d'essai devant son entrée a mis au jour de nombreux débris de poterie ainsi que quelques objets en os et en pierre (pl. 22 et pl. 23). L'entrée se trouve à quel-

ques mètres du Kevderc, vers l'ouest et à la même altitude. Derrière l'entrée, il y a une galerie longue de 24 m (fig. 2) jusqu'au point D où un seuil rocheux conduit dans une petite salle. La galerie principale continue à s'élever vers SE et s'approche de l'effondrement dans la salle d'entrée du Kevderc dont la séparent seulement 2,5 m (point F). Cet effondrement a coupé la communication ancienne entre les deux grottes. Par sa genèse et sa morphologie, la Lubniška jama est sans doute en liaison directe avec le Kevderc.

Un sondage près de l'entrée n'a découvert qu'une seule couche de civilisation dont la couleur et la composition diffèrent toutefois de celles de Kevderc. Cette couche, mélangée d'humus et de glaise, a un mètre de profondeur. Elle s'étend surtout vers l'intérieur de la grotte, mais atteint aussi la terrasse devant son entrée.

La civilisation du Kevderc et de la Lubniška jama

A. La céramique

Par ses formes et ses décors, la céramique est assez variée. Dans de nombreux cas, on n'a pas pu reconstituer les récipients, l'étude typologique de ces fragments n'a donc pour base que les formes déjà connues, découvertes dans les stations contemporaines de notre pays et de l'étranger. La technique de fabrication et de cuisson de cette poterie est, dans la plupart des cas, presque identique ou du moins assez semblable.

a) **La technique de fabrication et les formes.** Les poteries sont en général assez soigneusement façonnées et cuites. L'argile est mélangée de sable ou de grains de quartz. Parfois, on y a ajouté même du sable assez grossier. Mais il y a aussi des exemplaires faits d'une argile plus pure. La plupart de ces vases présentent une surface polie et lustrée. La cuisson est régulière, dans certains cas pourtant la cassure n'est pas de couleur unie. Les vases faits d'une argile mélangée à beaucoup de sable ont une surface poreuse. Les vases dont la cuisson est régulière sont presque tous d'une couleur brunâtre nuancée plus ou moins de rouge ou de gris. Plusieurs vases soit rouges soit d'un noir grisâtre représentent une céramique de qualité plus fine. Certains fragments à noyau rouge-brun dont les deux surfaces sont d'une autre couleur sont d'une cuisson et d'une fabrication spéciales. Il y a en général beaucoup de fragments à surface polie. Une autre particularité de cette céramique sont des traces d'un colorant rouge. Il s'agit vraisemblablement des vestiges d'un vernis, peut-être même d'un décor peint qui ne s'est pas conservé.

Les tailles et les formes de ces vases sont très variées. La plus grande partie des fragments appartiennent à une céramique de fabrication soignée, il n'y a que quelques tessons qui proviennent des pots en céramique grossière. On distingue quelques formes prédominantes qui se présentent en plusieurs variantes. Les formes coniques appartiennent à des écuelles et à des coupes. Le bord est soit droit, soit incurvé vers l'intérieur (pl. 4/1, 4;

pl. 8/6). Les écuellen et les terrines hémisphériques ont des parois plus convexes et des bords soit droits, soit coniques et un peu évasés (pl. 4/2; pl. 7/3, 6). Les exemplaires des écuellen biconiques ont les bords de l'ouverture incurvés vers l'extérieur et un col très concave. Dans leur plus grande circonférence, leur profil se casse de manière aigue, et ils possèdent parfois une anse perforée (pl. 5/1; pl. 6/2, 5; pl. 9/5). Les vases biconiques et les brocs sont d'une argile plus fine et possèdent une surface polie. Leurs parois sont plus minces; leurs cols sont hauts et incurvés. Dans leur plus grande circonférence, le profil du vase est cassé et là se trouvent parfois aussi des traces d'une anse en forme de ruban (pl. 6/10, 11; pl. 13/3, 7, 12). Les fragments des vases biconiques avec un haut col proviennent parfois des pots de taille assez importante. La transition vers la panse se fait par un angle plus ou moins aigu. Certains de ces fragments sont décorés d'incisions ou de pointillages (pl. 5/2; pl. 8/1, 4, 5). Les fragments en pâte grossière appartiennent à des vases de forme ovoïde-ovale et de taille assez importante. L'ouverture est légèrement évasée, le col est haut, mais l'épaule n'est pas marquée (pl. 7/1, 5; pl. 10/1, 2, 5, 6; pl. 11/3, 5). Les fragments de forme sphérique proviennent eux aussi des poteries plus fines. Ils sont souvent décorés, et parfois munis de petites anses (pl. 2/1; pl. 7/2; pl. 9/1, 2, 6, 8). Les brocs hémisphériques à col cylindrique ont presque toujours une anse en forme de ruban qui dépasse l'ouverture. Les fonds ne sont pas conservés, mais ils pourraient être de forme sphérique (pl. 6/7, 8; pl. 7/7). Un exemplaire typique de ce genre de vase est décoré d'un motif triangulaire incrusté (pl. 1/1; pl. 19/3). Les deux vases miniature que nous avons découverts avaient probablement une autre destination (pl. 9/2, 4). Un cas spécial représente une coupe de forme oblongue ovoïde-ovale avec un fond sphérique. Toute la surface extérieure et le fond aussi sont décorés d'une incrustation blanche (pl. 3/1; pl. 19/2).

Certains détails et traits caractéristiques de ces poteries méritent un intérêt spécial. Les anses en forme de ruban des brocs dépassent toujours l'ouverture qu'elles relient à la plus grande circonférence du vase. Les anses des autres formes des vases s'appuient à des parties variées de ces récipients. Une anse intéressante (ansa subcutanea) est fixée ainsi qu'elle perce en direction horizontale la paroi du vase. Les anses en forme d'oreillette sont des excroissances rondes et percées soit horizontalement soit verticalement. Les anses sont parfois remplacées par des protubérances oblongues, des mamelons ou des côtes saillantes multiples. Les fonds sont régulièrement plats, excepté les fonds sphériques des brocs et des coupes, ainsi qu'un fragment d'un pied conique creux qui présente à l'intérieur des traces de peinture rouge (pl. 3/6). Un cas spécial représente un pied annelé et percé horizontalement en deux endroits (pl. 3/4).

b) **Le décor.** Par leur décor, les vases de Kevderc se distinguent nettement de ceux découverts dans les autres stations préhistoriques de notre pays. A quelques exceptions près, la technique du décor est assez simple. Les motifs eux aussi sont simples, bien que les motifs triangulaires soient très variés. Les ornements faits de lignes incisées sont rares; ils sont composés de lignes et de traits horizontaux ou verticaux groupés. On

voit de doubles incisions obliques sous le bord des vases. Le seul ornement incisé qui présente un motif plus intéressant est un ruban de spirales qui pourtant est exécuté d'une manière assez grossière, sans symétrie (pl. 9/1, 5; pl. 18/1). Il y a aussi des décors faits de lignes pointillés sur un ou deux rangs, ou de petits creux ronds. Un autre décor très simple est obtenu par l'impression des ongles ou des doigts sous le bord du vase. Un décor caractéristique de ces poteries représentent les triangles incrustés d'une manière spéciale. Ils sont faits de hachures obliques remplies d'une incrustation blanche. Parfois, cette masse recouvre tout le triangle (pl. 1/2; pl. 2/5; pl. 19/7, 8). Un broc à anse combine les deux techniques d'incrustation; le décor est composé de deux rangs de triangles pendants (pl. 1/1, 1 a; pl. 19/5). Les motifs triangulaires sont parfois combinés avec de profonds pointillages verticaux (pl. 2/2, 4; pl. 3/2). Un décor particulier représentent deux larges bandes d'un ornement sinueux incrusté (pl. 2/1; pl. 19/4), ainsi que la coupe à fond sphérique déjà mentionnée dont toute la surface extérieure est cannelée jusqu'au fond et incrustée d'une masse blanche. Entre les cannelures, il y a des pointillages profonds en rangs verticaux. Un autre décor simple est fait de petites bosses et de protubérances placées en des endroits où elles n'ont aucune fonction utile à remplir (pl. 12/1, 2).

c) **Autres objets en terre cuite.** Une découverte unique en son genre, en ce qui concerne les stations de la Slovénie, est une «pintadera» de forme oblongue et conique, décorée de lignes incisées et croisées (pl. 14/1; pl. 20/16). Elle présente des analogies avec l'exemplaire trouvé dans la Caverna Teresa près de Duino (Moser, 1888, 21) et avec cinq autres de la Grotta delle Gallerie dans la région de Trieste (Battaglia, 1960, 362; Valles, 1957, 25).

Les poids en terre cuite sont habituellement des disques percés (pl. 3/7—10; pl. 21/1, 2). L'un des exemplaires trouvés lors de nos fouilles, fait d'une pâte grossière et imparfaitement cuite, se distingue par sa forme insolite en croissant (pl. 21/3). Les fragments conservés permettent de reconstituer un bonne moitié de l'objet. Des poids analogues existent dans les civilisations lacustres de l'Italie septentrionale (Cornaggia, 1955, 6; peso da telaio — tipo reniforme).

B. Objets en pierre et en os

Les objets en pierre, en os et en corne sont relativement rares si on les compare à la riche moisson des poteries. Parmi les objets en pierre, deux haches sont particulièrement belles. L'une est faite de serpentine gris-vert (pl. 17/1; pl. 21/4) avec un tranchant bien affûté et un sommet en pointe (Spitznackenberg) l'autre, en grès gris (phyllite), est plate (pl. 12/2; pl. 21/5). Une tête de flèche triangulaire à encoche est en pierre cornée grise et sa surface est soigneusement retouchée (pl. 14/3; pl. 20/15). Parmi les autres objets mis au jour il y a surtout des lames qui sont elles aussi en pierre cornée (pl. 14/5; pl. 22/2, 3). Il y a aussi des polissoirs faits de

grands galets de grès (pl. 21/6) ou de morceaux plus petits d'hématite rouge-brun (pl. 21/9).

Les objets en os et en corne sont bien plus nombreux. Les plus caractéristiques sont des poignards fait d'os creux soigneusement appointés et à surface polie (pl. 15/1—6; pl. 20/10—12). Les poinçons sont de taille plus petite (pl. 14/4, 8, 9; pl. 17/4). Leurs pointes, et parfois leurs bases aussi, montrent un travail soigné. Très intéressants sont les ciseaux (pl. 16/1; pl. 17/7; pl. 22/6). Leur tranchant est incurvé, plat et parfois retouché. Un ciseau en bois de cerf (pl. 17/5) se rapproche par sa forme des haches plates. Une grande hache perforée en bois de cerf possède un tranchant appointé et très usé (pl. 16/4; pl. 19/1). Des bois de chevreuil oeuvrés et polis servaient de poignards et de poinçons (pl. 16/2; pl. 17/6). Une corne de chèvre perforée près de la pointe servait de manche à quelque outil (pl. 16/6). Un cercle en os creux en forme de bobine avait probablement une destination pareille (pl. 15/8; pl. 20/14).

C. Détermination de l'âge du matériel

Le matériel découvert dans le Kevderc et dans la Lubniška jama complète dans une certaine mesure ce que nous savons sur l'âge de bronze en Slovénie. Il ne peut pourtant pas être comparé aux objets découverts dans la Ajdovska jama (Korošec J., 1953, 45), dans Drulovka près de Kranj (Korošec J., 1956, 3; 1960, 1) et à Zreče (Pahič, 1955, 258), bien qu'ils datent de la même époque. Or, ces stations appartiennent au facies alpin de la civilisation de Lengyel (Korošec J., 1961, 10; 1958, 83). Les poteries de ces stations diffèrent par leurs traits caractéristiques de celles trouvées à Lubnik — si on fait exception du décor en forme de pointillage et de lignes incisées (Korošec J., 1956, pl. II) — car leur vases qui se rétrécissent vers le fond selon une ligne arquée donnent à ce groupe du néolithique supérieur le cachet typique de la civilisation de Lengyel. Les éléments caractéristiques de la céramique de Kevderc — les anses subcutanées perforées, les incrustations blanches, les motifs du décor et surtout la forme des vases — ne se retrouvent que dans le domaine de la civilisation slavonne ou dans la seconde phase de la civilisation du Marais de Ljubljana. La technique d'incrustation différente, bien que ressemblante, les profils prononcés des vases et des brocs hémisphériques à fond sphérique non marqué sont typiques dans les cités lacustres de l'âge de bronze découvertes à Ig près de Ljubljana, resp. la phase Ig II (Korošec P., 1959 a, 105). La ressemblance des ornements triangulaires à hachures et des motifs en saillie confirme elle aussi le caractère de cette phase plus récente (Korošec P., 1959, 6; 1959 a, 96). La décoration simple obtenue par l'impression des doigts et les côtes en saillie indiquent également des analogies avec des cités lacustres d'une époque plus tardive que celles d'Ig (Korošec J., 1955, 259).

Certains objets découverts dans le Kevderc témoignent des influences venues d'ailleurs. Malgré sa forme différente, notre »pintadera« rappelle les exemplaires trouvés dans les grottes du Karst triestin qui, eux, pos-

sèdent des modèles dans le matériel des grottes ligures; c'est donc l'Italie septentrionale qui a dû jouer le rôle d'intermédiaire (Korošec J., 1961, 26). Le fragment du broc à anse (pl. 2/3; pl. 20/3) sous laquelle on voit un ornement incrusté en forme de feuille ressemble lui aussi à un broc trouvé dans la Grotta delle Gallerie (Battaglia, 1960, 358, fig. 133) et on trouve, là encore, des analogies en Italie septentrionale. Le grand poids en forme de croissant indique l'influence de la civilisation des cités lacustres italiennes (Lagozza).

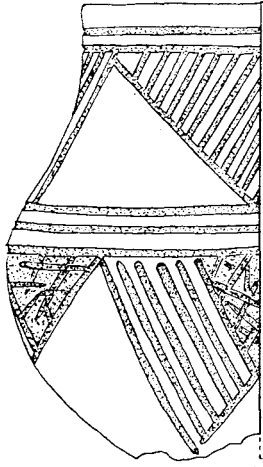
Le matériel de Kevderc a donc des rapports directs avec la phase tardive de la civilisation du Marais de Ljubljana qui s'est développée, malgré quelques influences étrangères, d'une manière indépendante, surtout lorsque la civilisation slavonne en Slavonie reculait déjà vers le sud.

Literatura

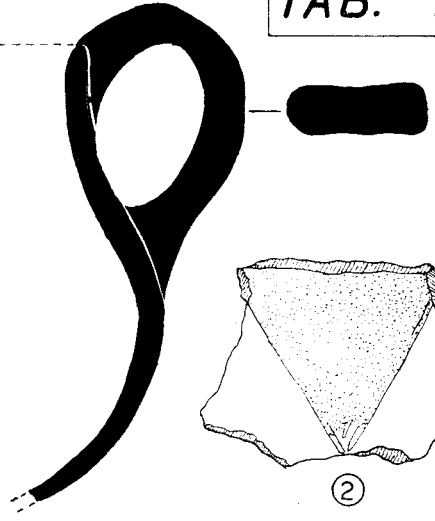
- Battaglia R., 1960, Preistoria del Veneto e della Venezia Giulia. — *Bulletino di Paleontologia Italiana*, Roma, Vol. 67—68 (1958—1959).
- Berčič B., 1956, Pred sto leti v Lubniškem Kevdercu. — *Loški razgledi*, III.
- Cornaggia Castiglioni O., 1955, Lo strumentario tessile nella Cultura della Lagozza. — *Rivista Archeologica dell'Antica Provincia e Diocesi di Como*, Como, fasc. 136—137 (1954—55), separatum.
- Kiauta B.-Leben F., 1960, Sistematski opis jam v okolici Škofje Loke. — *Loški razgledi*, VII.
- Korošec J., 1953, Kulturne ostaline v Ajdovski jami pri Nemški vasi. — *Razprave SAZU*, Ljubljana, III/I.
- 1955, Oris predzgodovine Ljubljane. — *Zgodovina Ljubljane I*, Ljubljana.
- 1956, Neolitična naselbina v Drulovki pri Kranju. — *Arheološki vestnik*, Ljubljana, VII/1—2.
- 1958, Eine neue Kulturgruppe des späten Neolithikums in Nordwestjugoslawien. — *Acta archeologica Academiae scientiarum Hungaricae*, Budapest, 9/1—4.
- 1960, Drulovka. — *Zbornik filozofske fakultete*, Ljubljana, III/4.
- 1961, Neolit na Krasu in v Slovenskem Primorju. — *Zgodovinski časopis*, Ljubljana, XIV (1960).
- 1961 a, Novi rezultati kod istraživanja arheologije u kraškim pećinama Slovenije od neolita dalje. — *Drugi jugoslavenski speleološki kongres 1958*, Zagreb.
- Korošec P., 1959, Podela slavonske kulture, njeno poreklo i relativna hronologija. — *Rad Vojvodanskih muzeja*, Novi Sad, 8.
- 1959 a, Kulturna opredelitev materialne kulture na koliščih pri Igu. — *Arheološki vestnik*, Ljubljana, IX—X/2 (1958—1959).
- Kuščer D., 1945, Lubniška jama - nekdanji požiralnik. — *Proteus*, Ljubljana, VIII.
- 1959, Geologija Lubniškega Kevderca. — *Acta carsologica*, Ljubljana, II.
- Leben F., Nova arheološka odkritja v okolici Škofje Loke. — *Loški razgledi*, VI.
- 1959 a, Prazgodovinske najdbe v jamah na Lubniku. — *Naše jame*, Ljubljana, I/2.
- 1960, Izkopavanja v Kevdercu in Lubniški jami. — *Loški razgledi*, VII.
- Moser K., 1888, Ausgrabungen in der Theresien-Höhle bei Duino im

- Küstenlande. — Mitth. der präh. Comm. der k. Akademie der Wissenschaften, Wien, N. 1 (1887).
- Pahič S., 1955, Prazgodovinska seliščna najdba v Zrečah. — Arheološki vestnik, Ljubljana, VI/2.
- Planina T., 1955, Jame in drugi kraški pojavi v okolici Škofje Loke. — Loški razgledi, II.
- Ramovš A., 1957, Geološki sprehod na Lubnik. — Loški razgledi, IV.
- Sercelj A., 1961, Naseljevanje gozdne vegetacije v Sloveniji od zadnje poledenitve do danes. — Ljubljana (disertacija).
- Valles A., 1957, La Pintadera della Grotta delle »Gallerie«. — Alpi Giulie, Trieste, Anno 54.

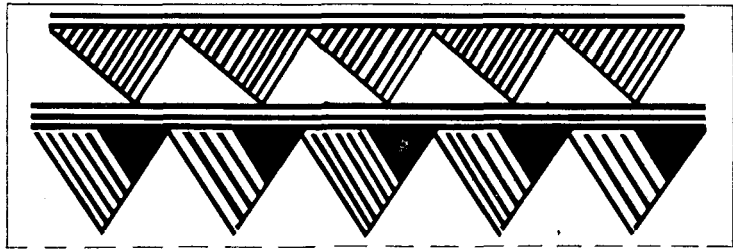
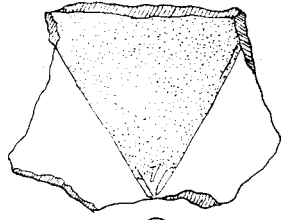
TAB. 1



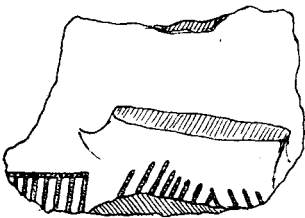
①



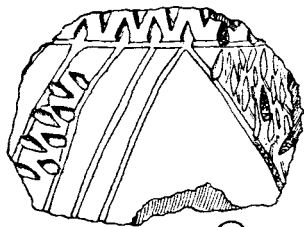
②



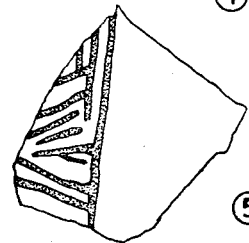
1a



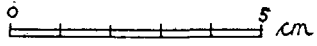
③



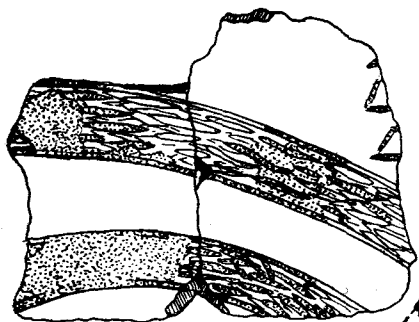
④



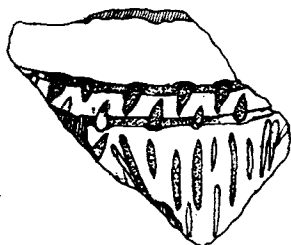
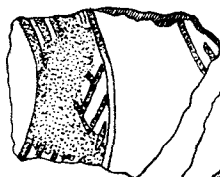
⑤



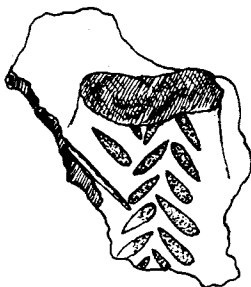
TAB. 2



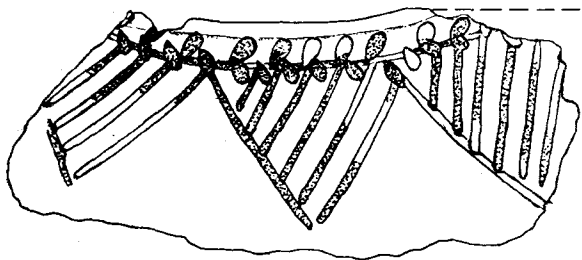
①



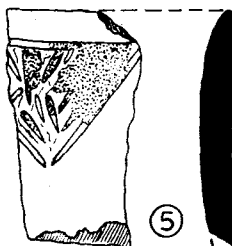
②



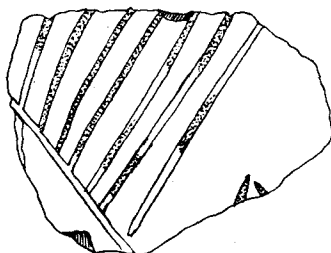
③



④



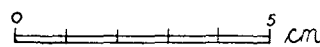
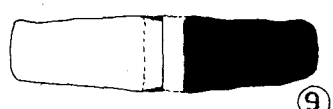
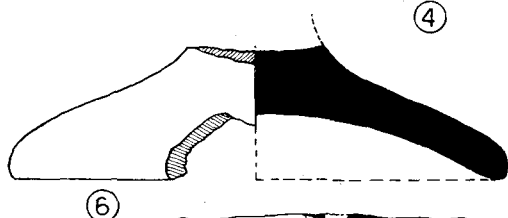
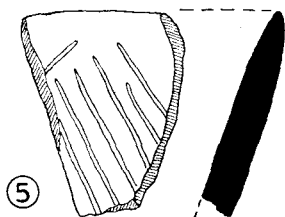
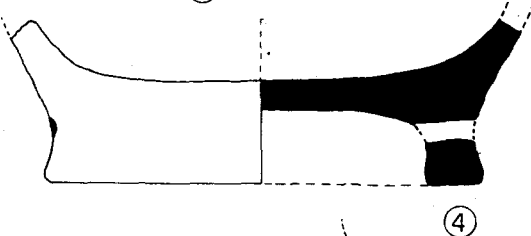
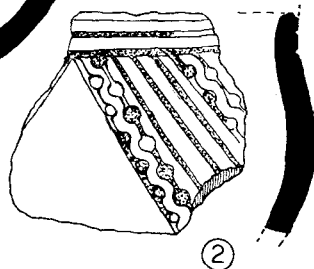
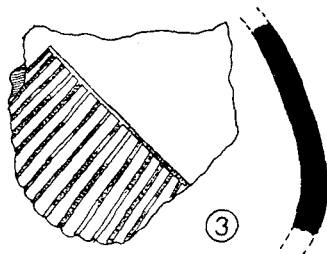
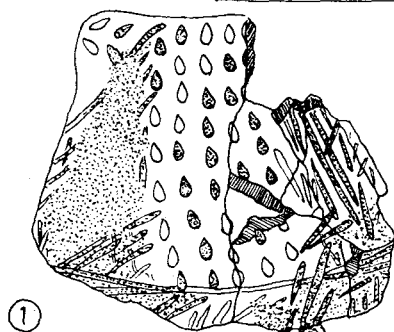
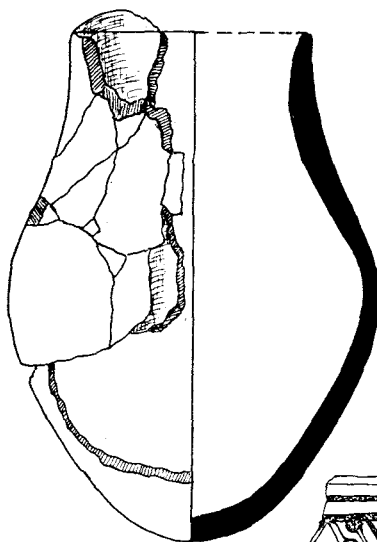
⑤



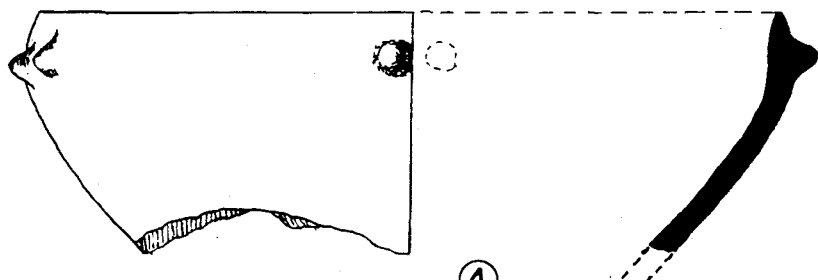
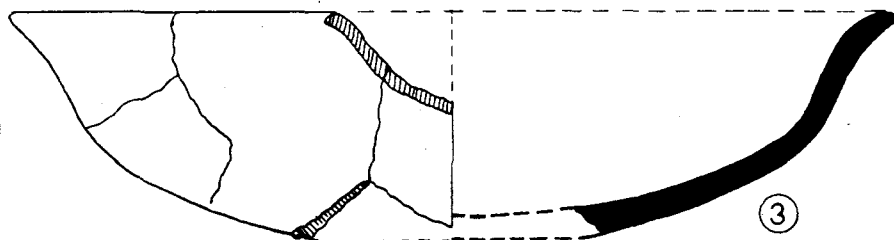
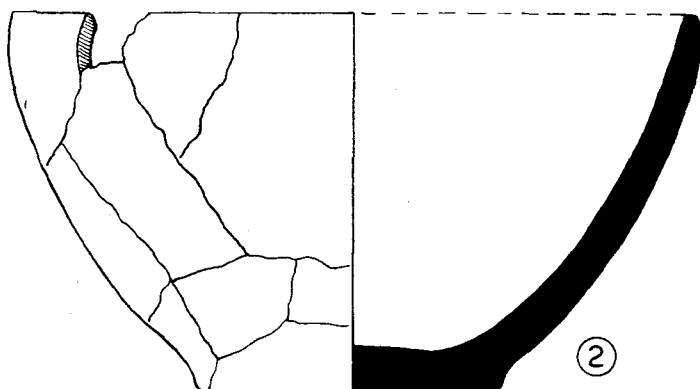
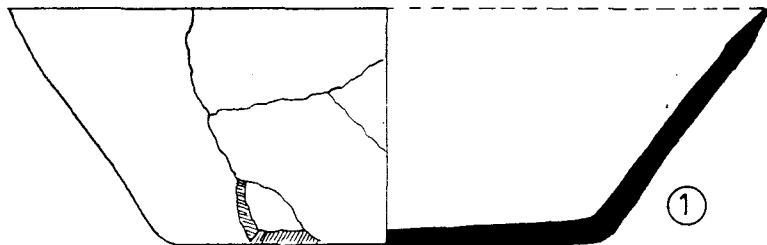
⑥



0 5 cm

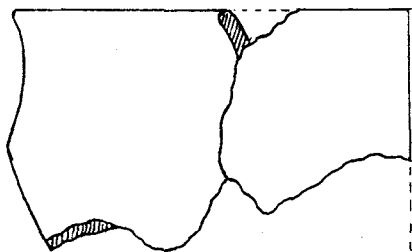


TAB. 4



0 5 cm

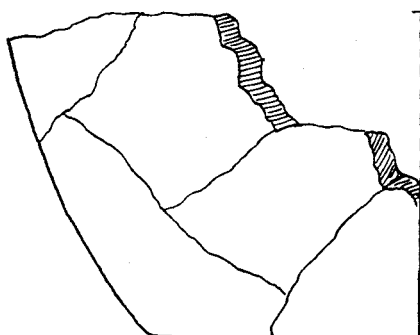
TAB. 5



①

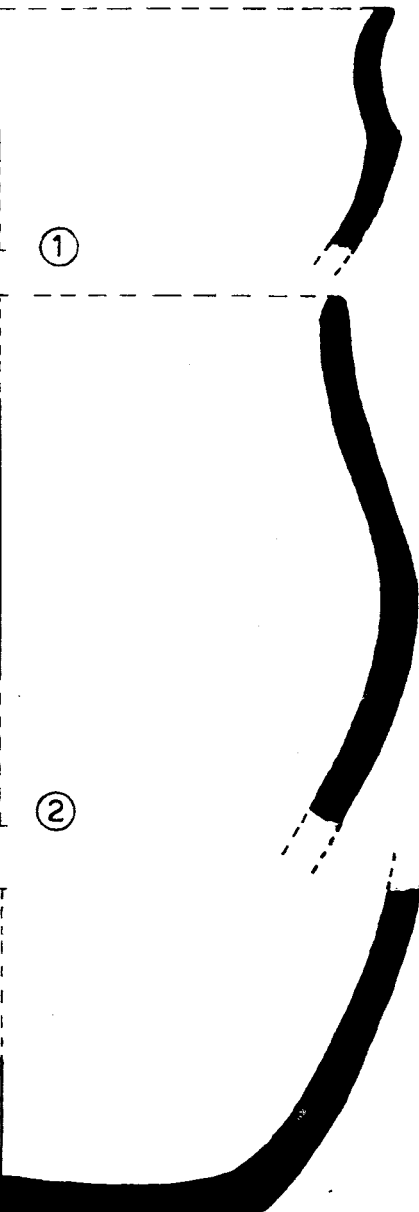


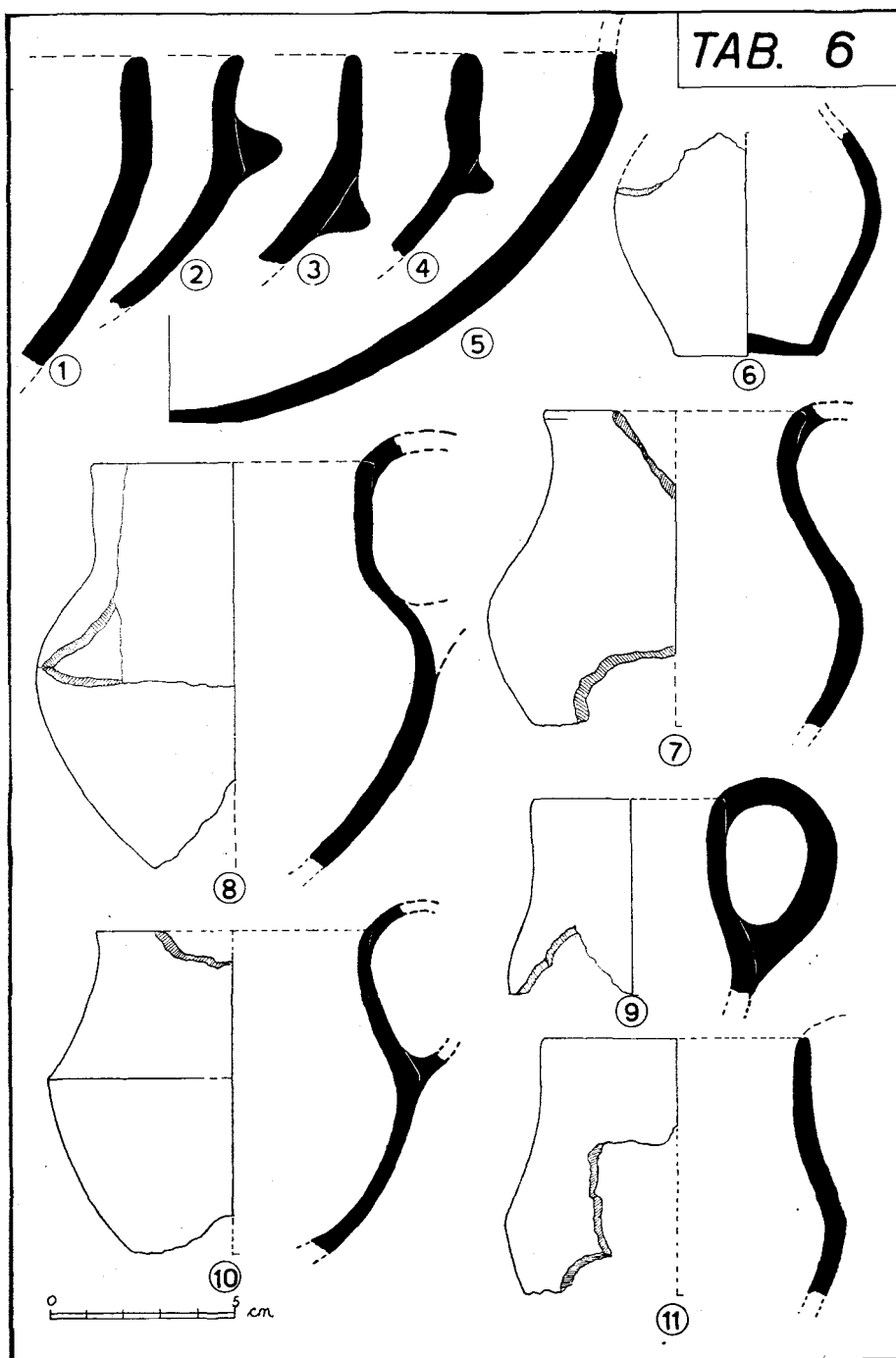
②



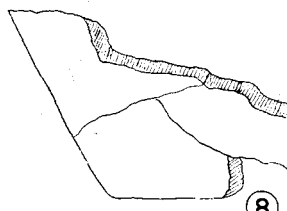
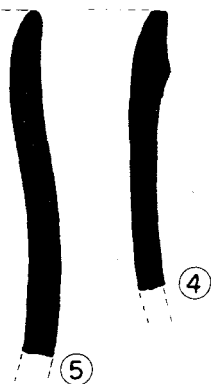
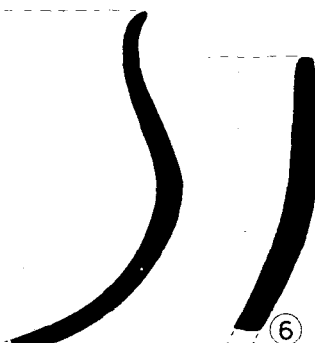
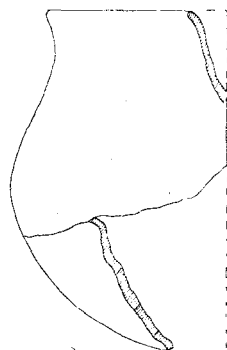
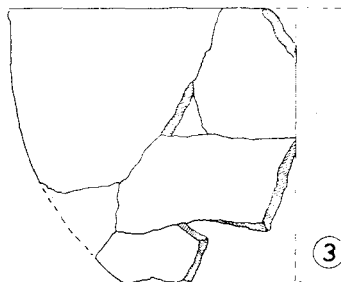
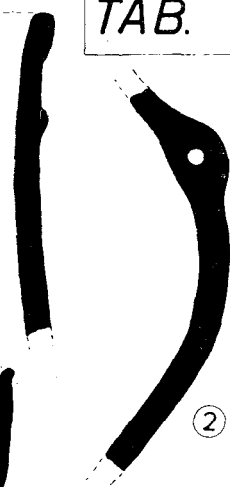
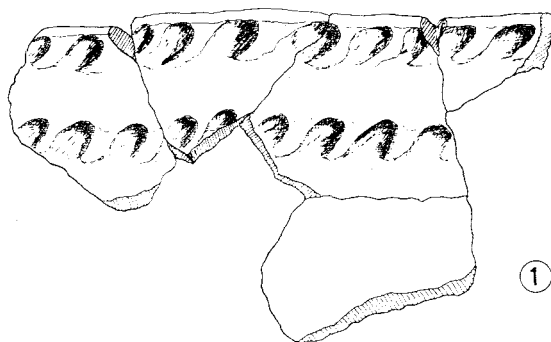
③

0 5 cm



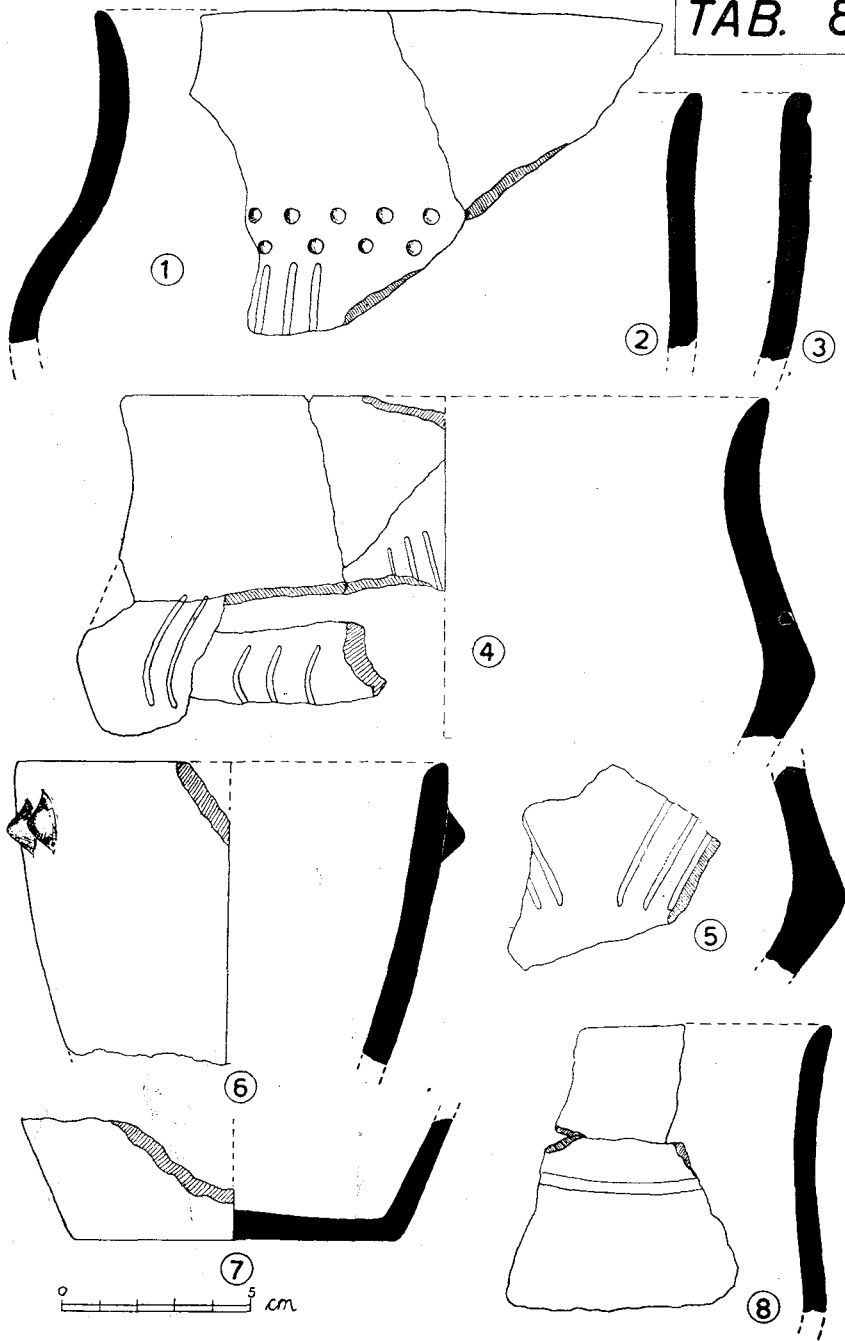


TAB. 7

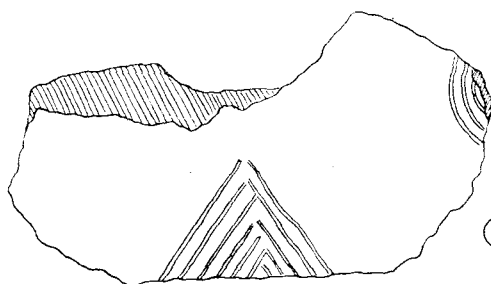


0 5 cm

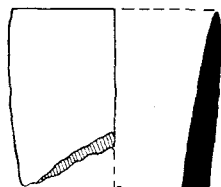
TAB. 8



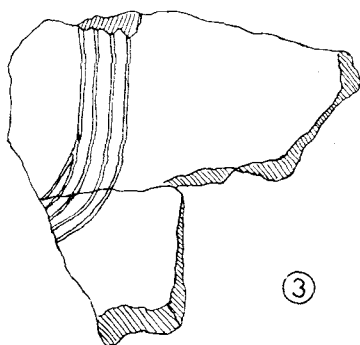
TAB. 9



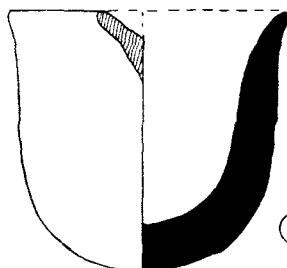
①



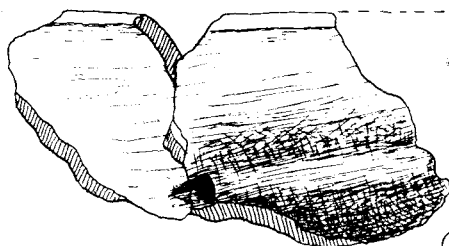
②



③



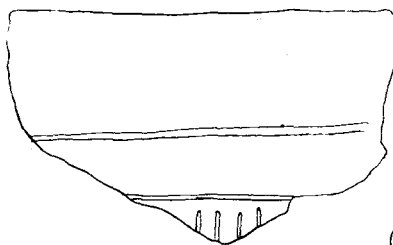
④



⑤



⑥



⑦



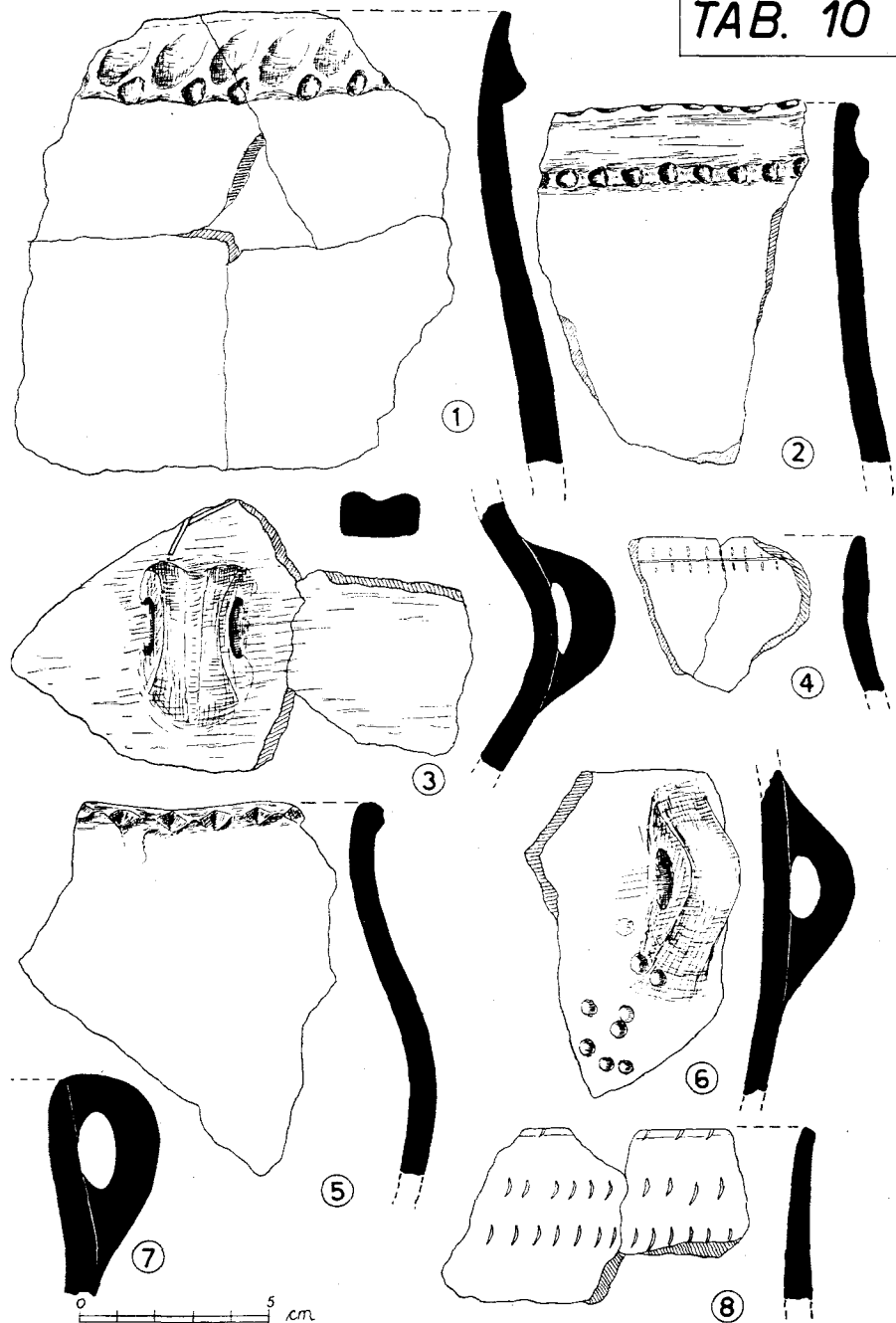
⑧

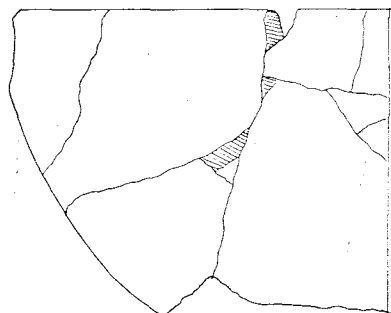


⑨

0 5 cm

TAB. 10

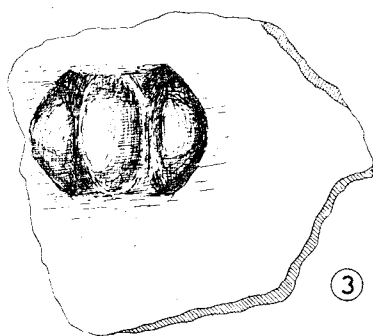
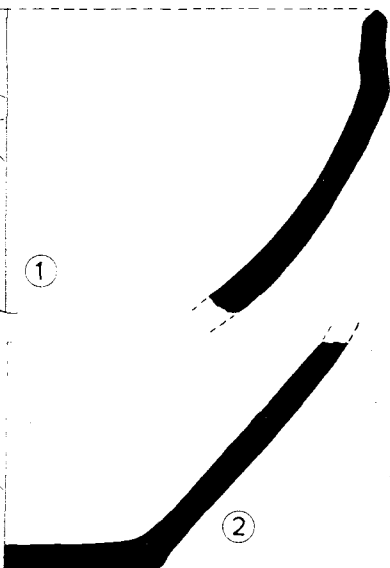




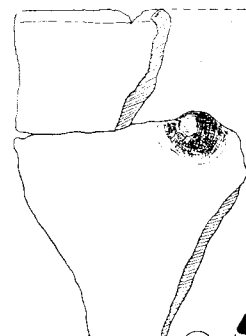
①



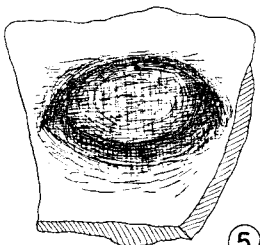
②



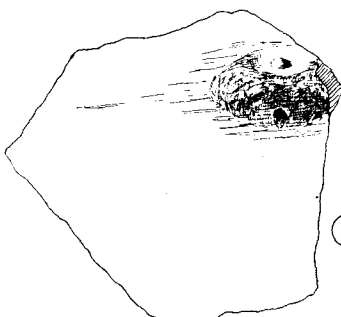
③



④



⑤

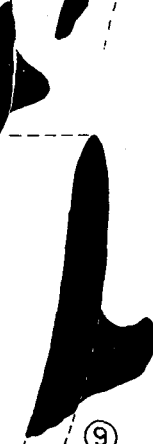
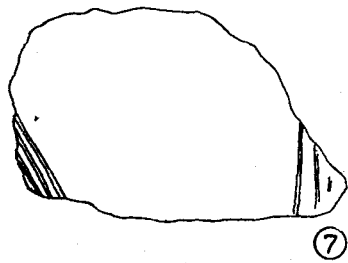
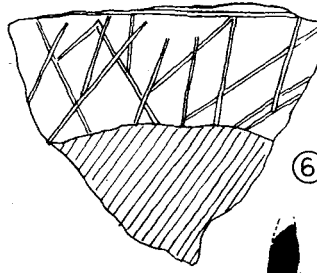
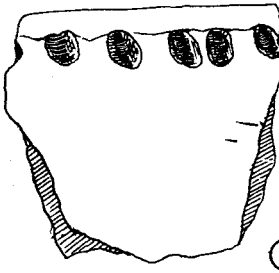
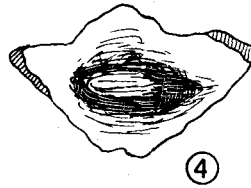
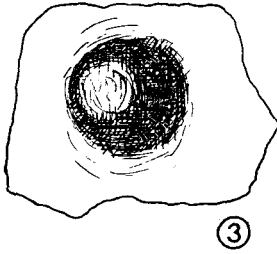
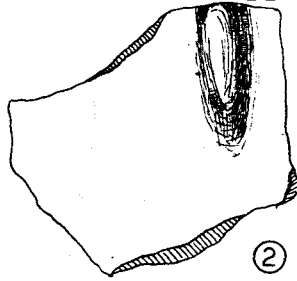
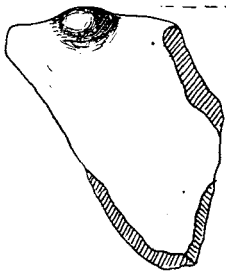


⑥



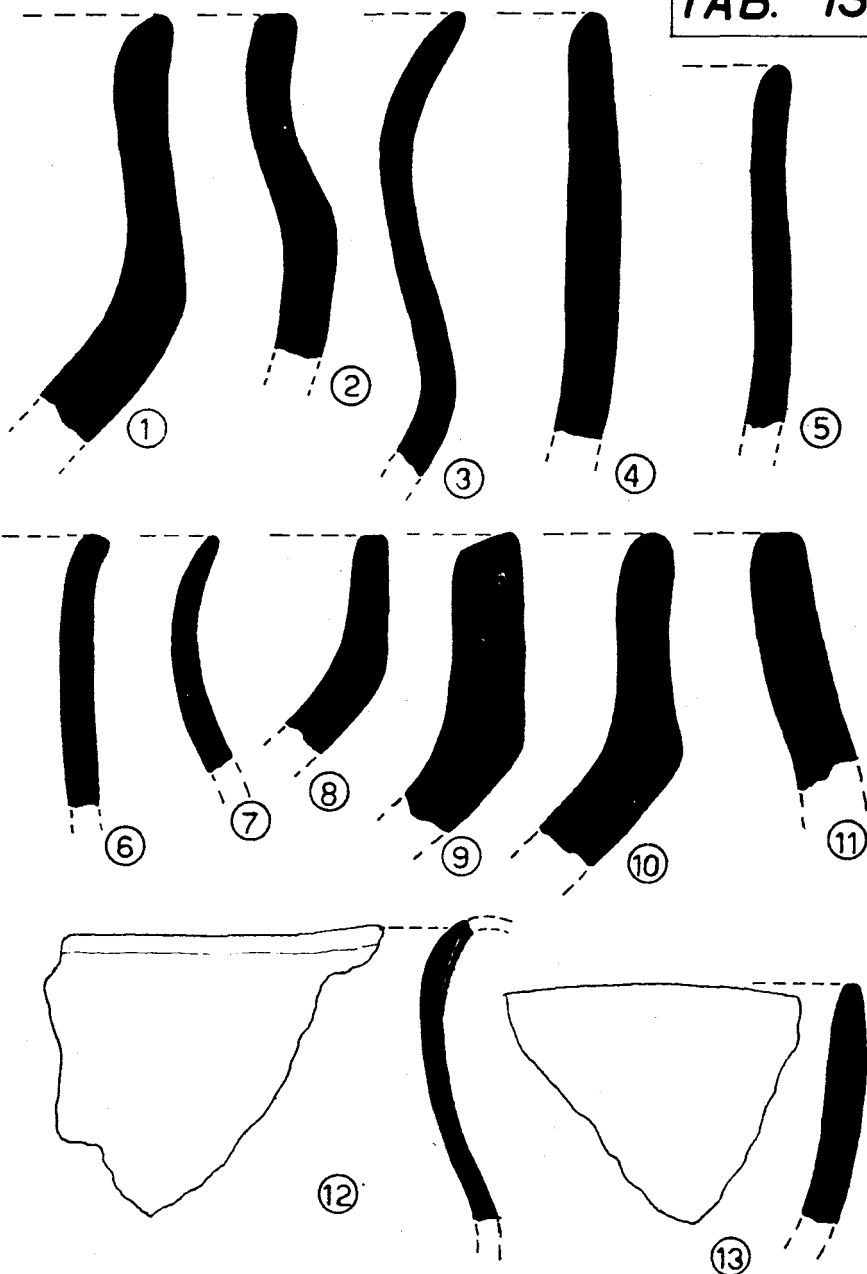
0 5 cm

TAB. 12

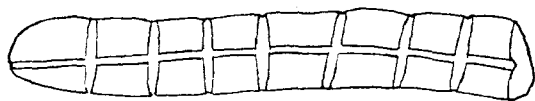
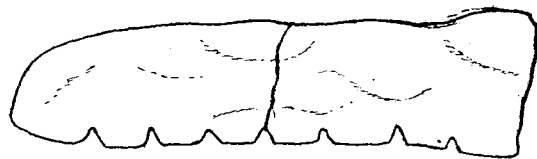


0 5 cm

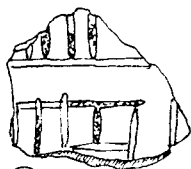
TAB. 13



TAB. 14



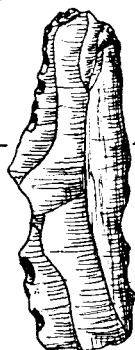
①



②



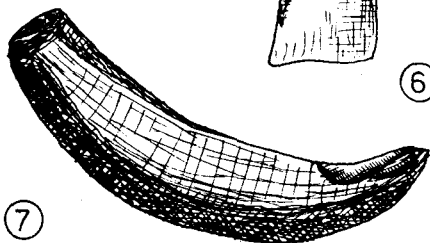
③



⑤



⑥



⑦



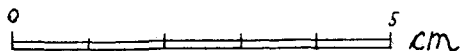
⑧



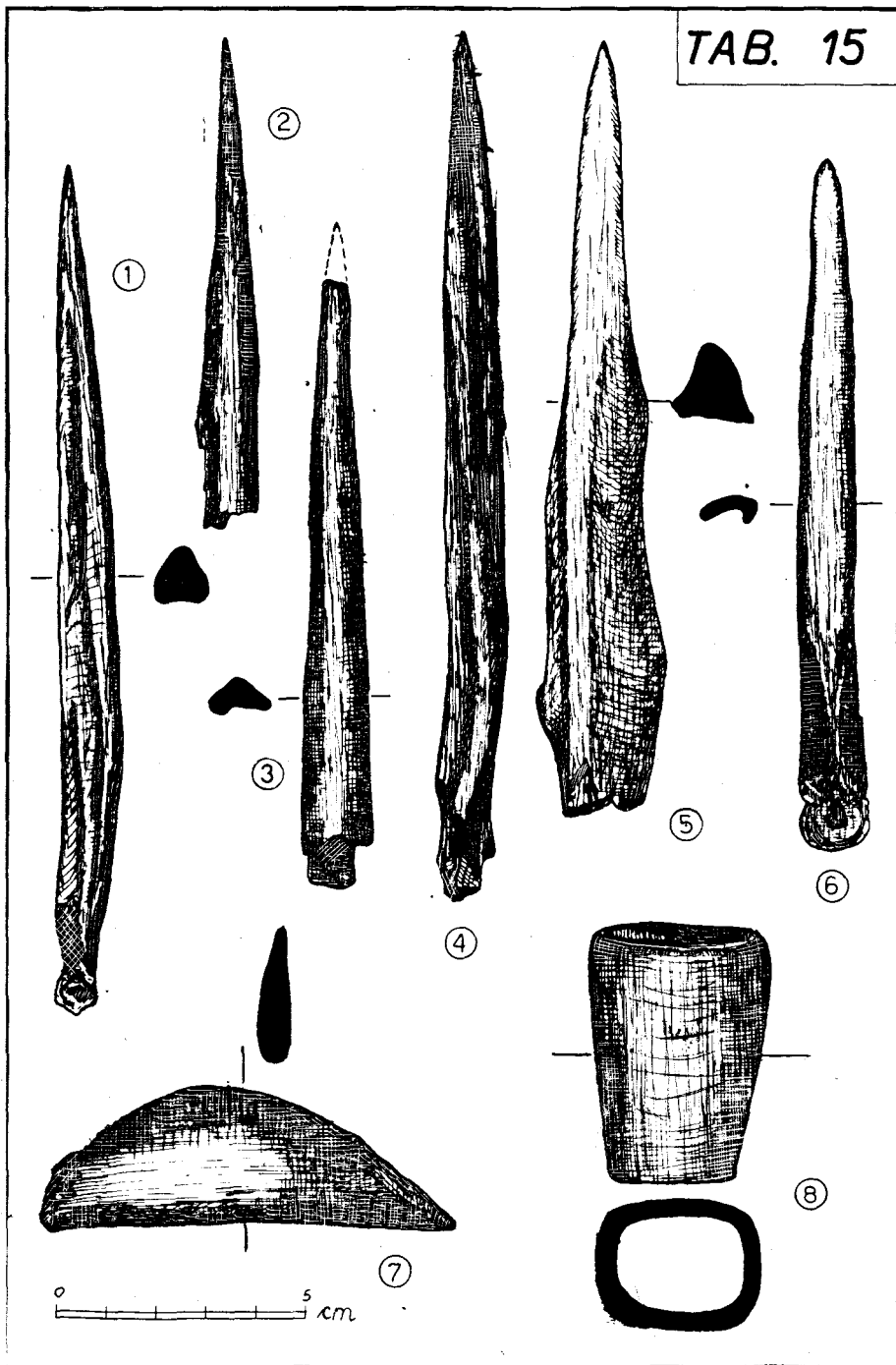
④



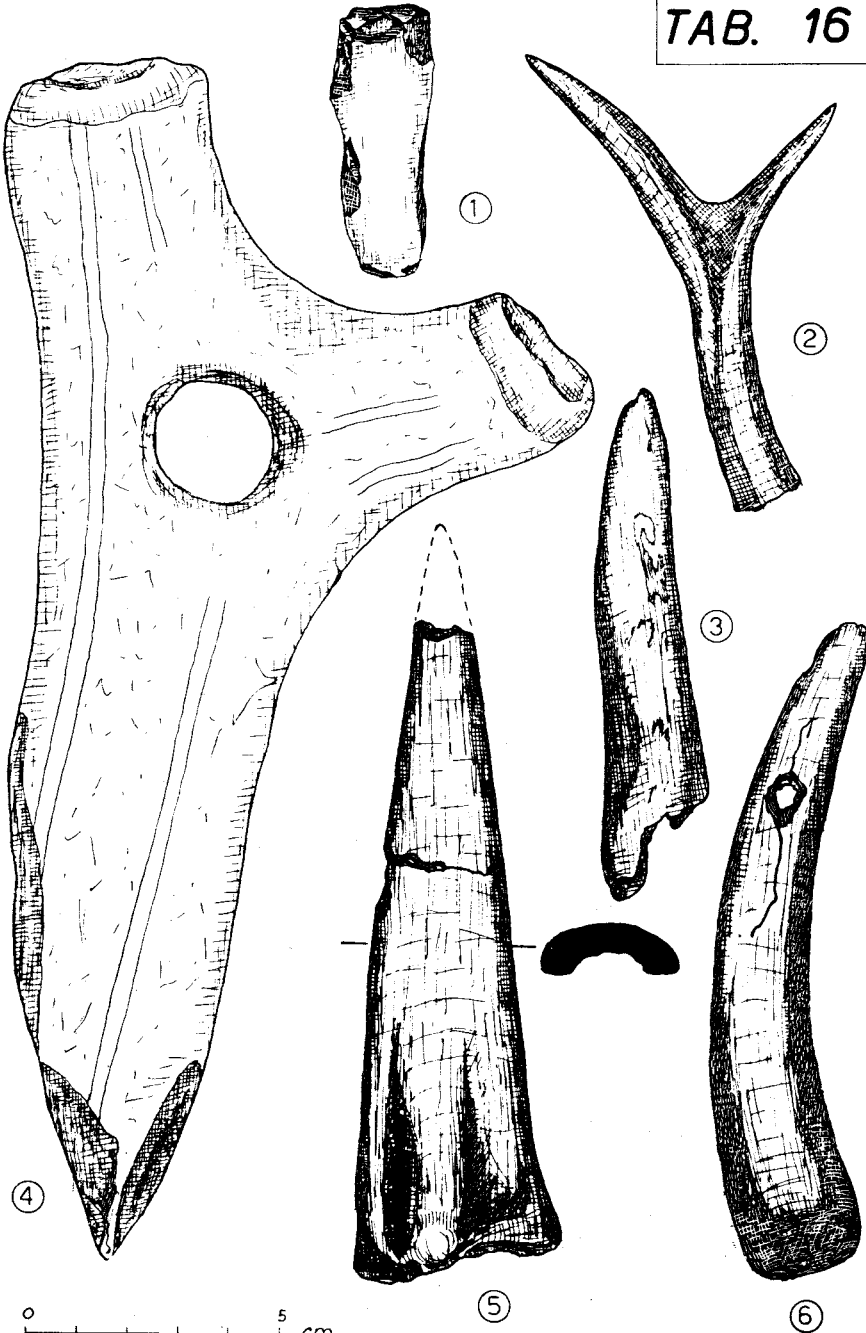
⑨

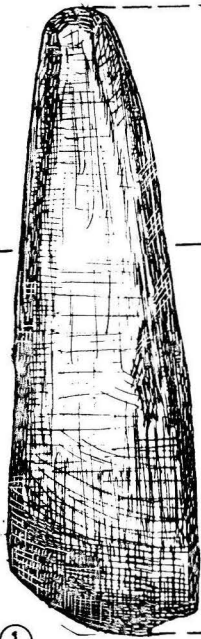


TAB. 15

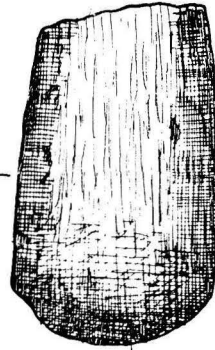
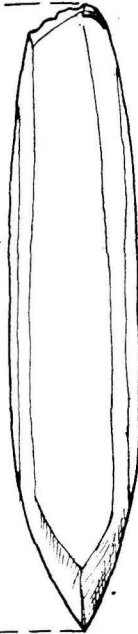


TAB. 16

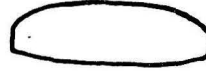




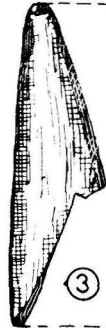
①



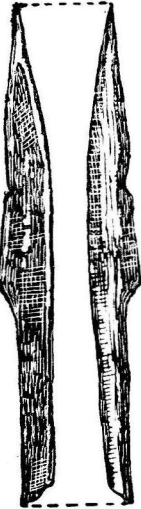
②



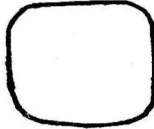
⑥



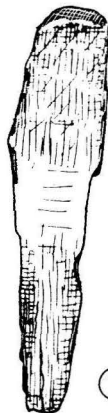
③



④

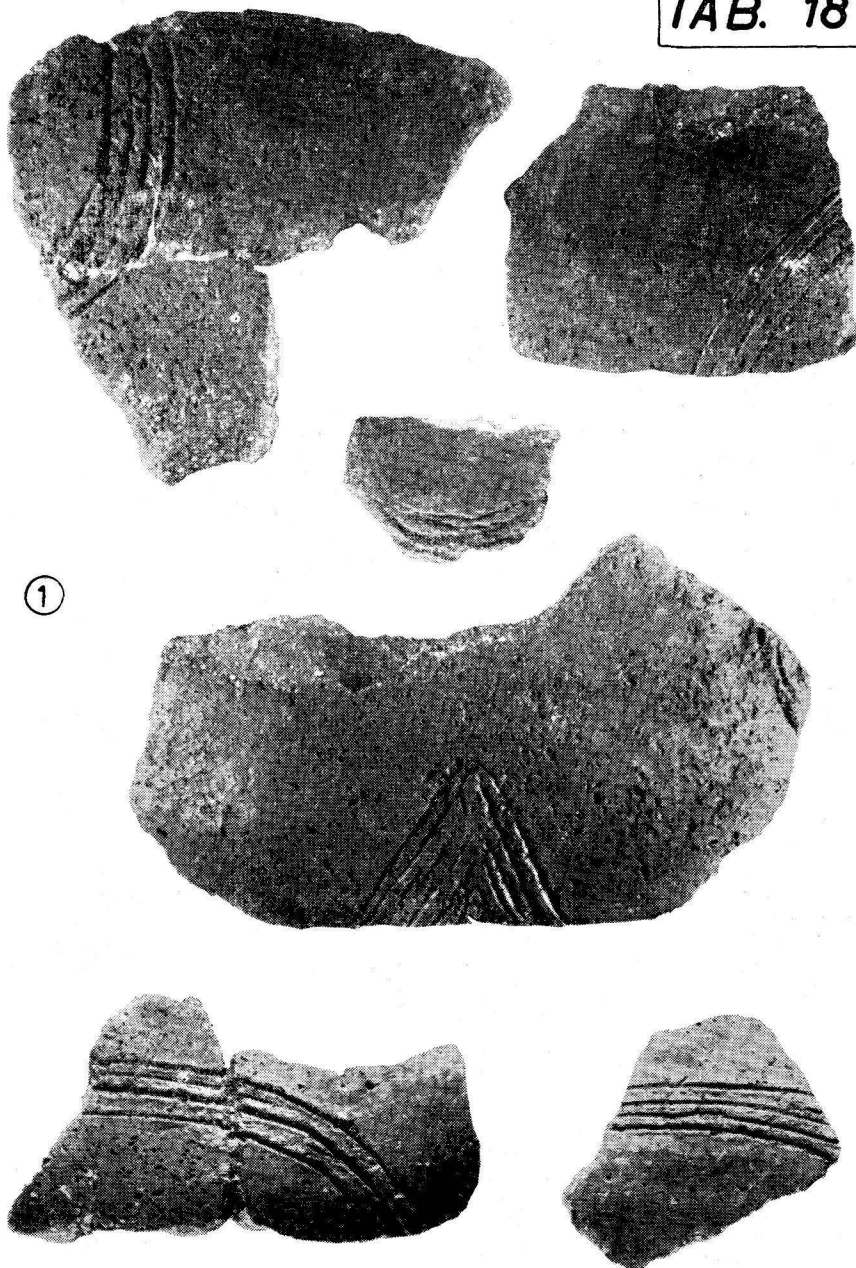


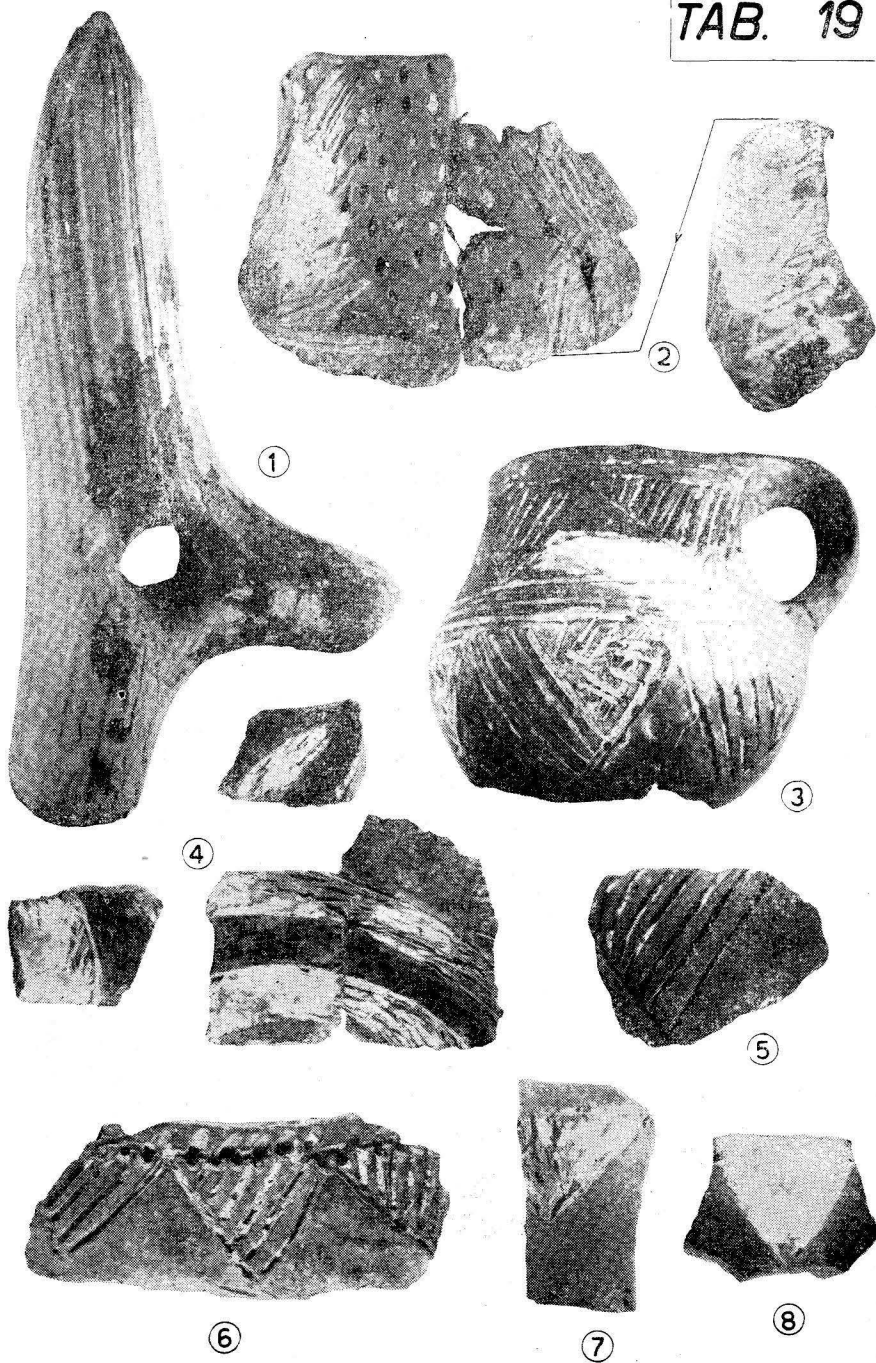
⑤



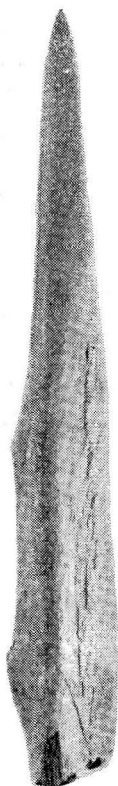
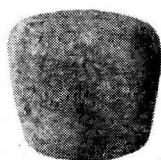
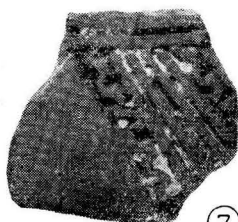
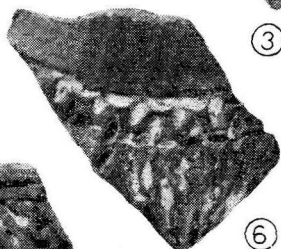
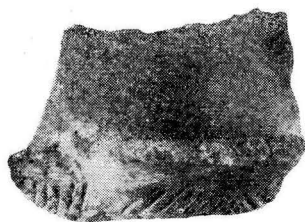
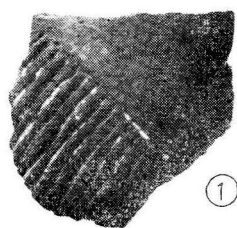
⑦



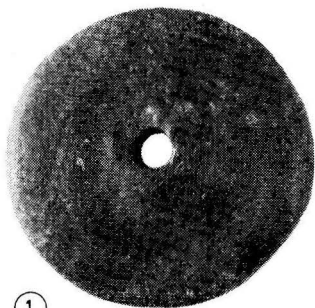




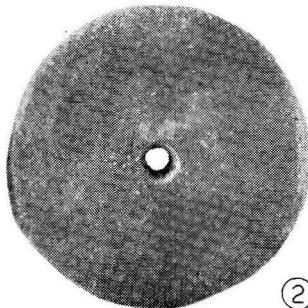
TAB. 20



TAB. 21



①



②



③



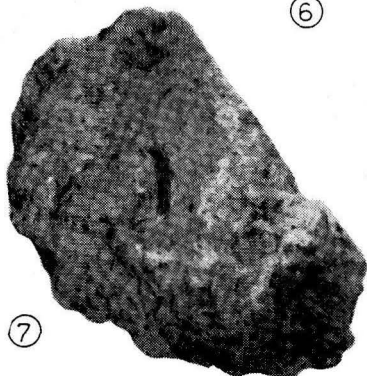
④



⑥



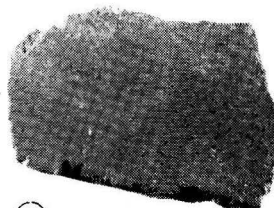
⑤



⑦

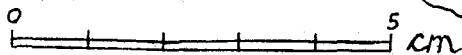
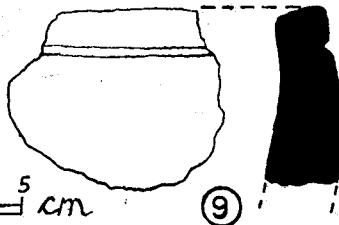
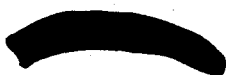
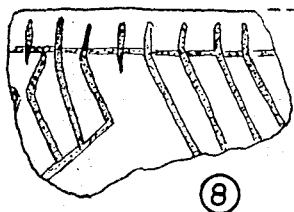
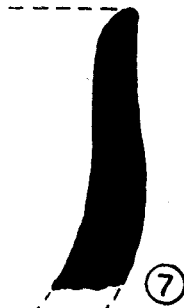
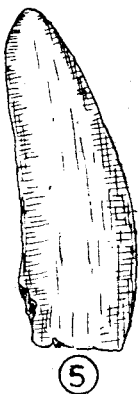
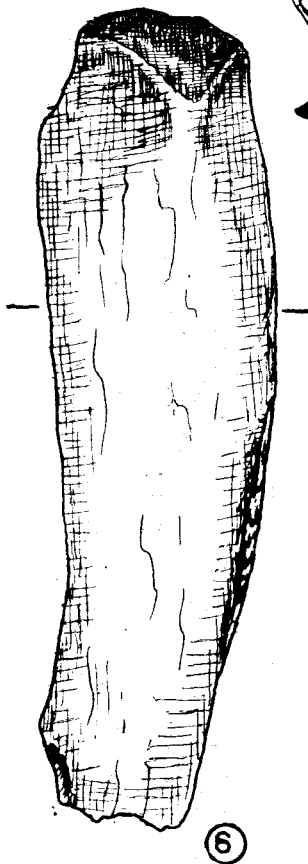
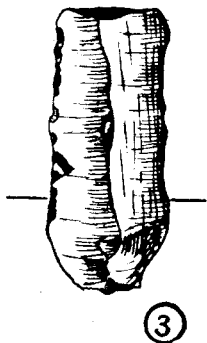
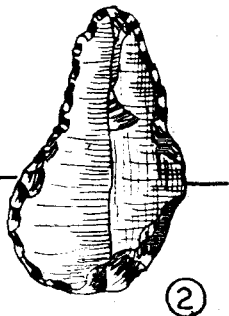
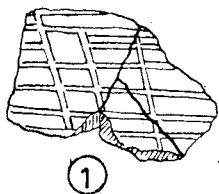


⑧

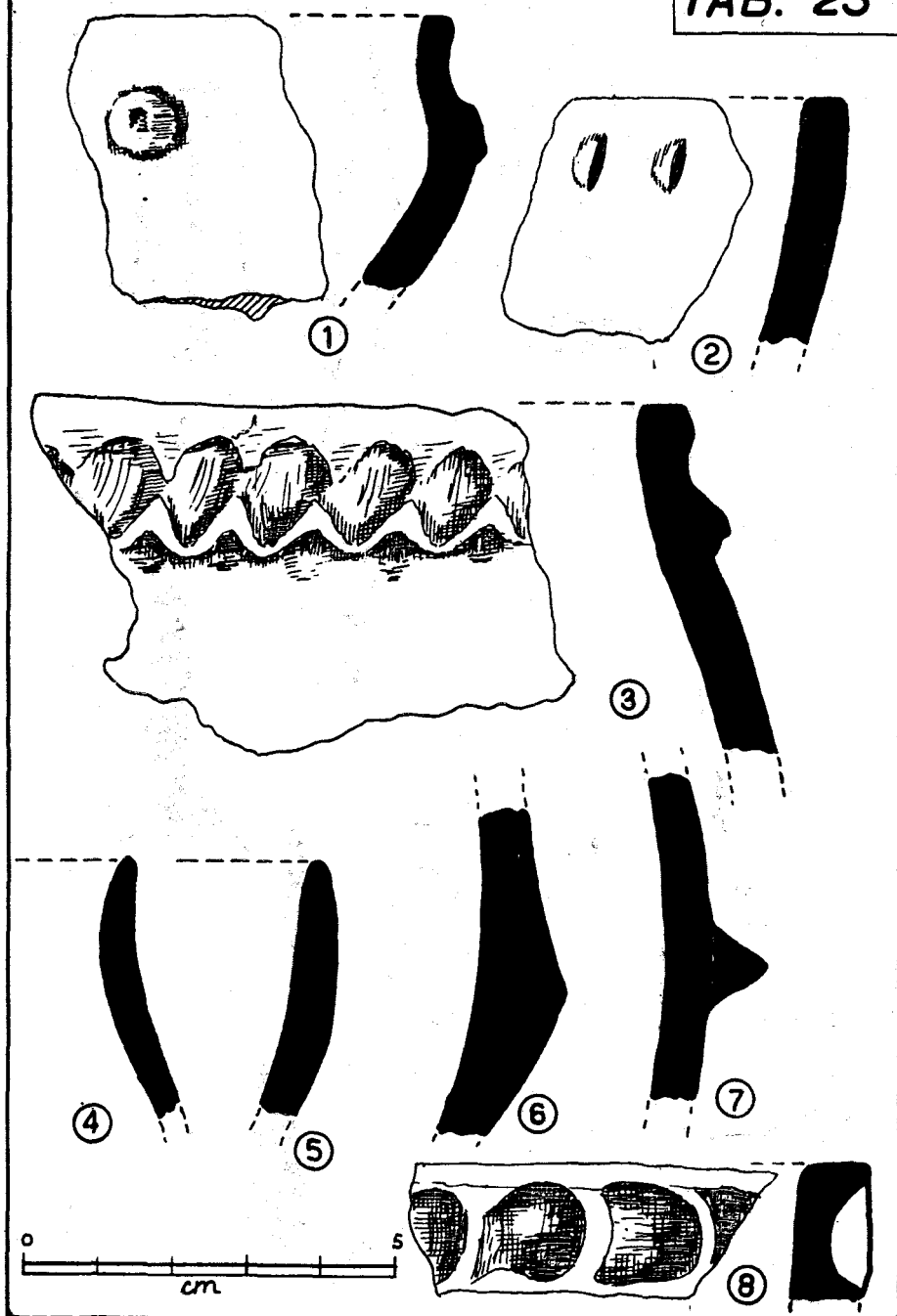


⑨

TAB. 22



TAB. 23



POROČILA
ACTA CARSOLOGICA

III

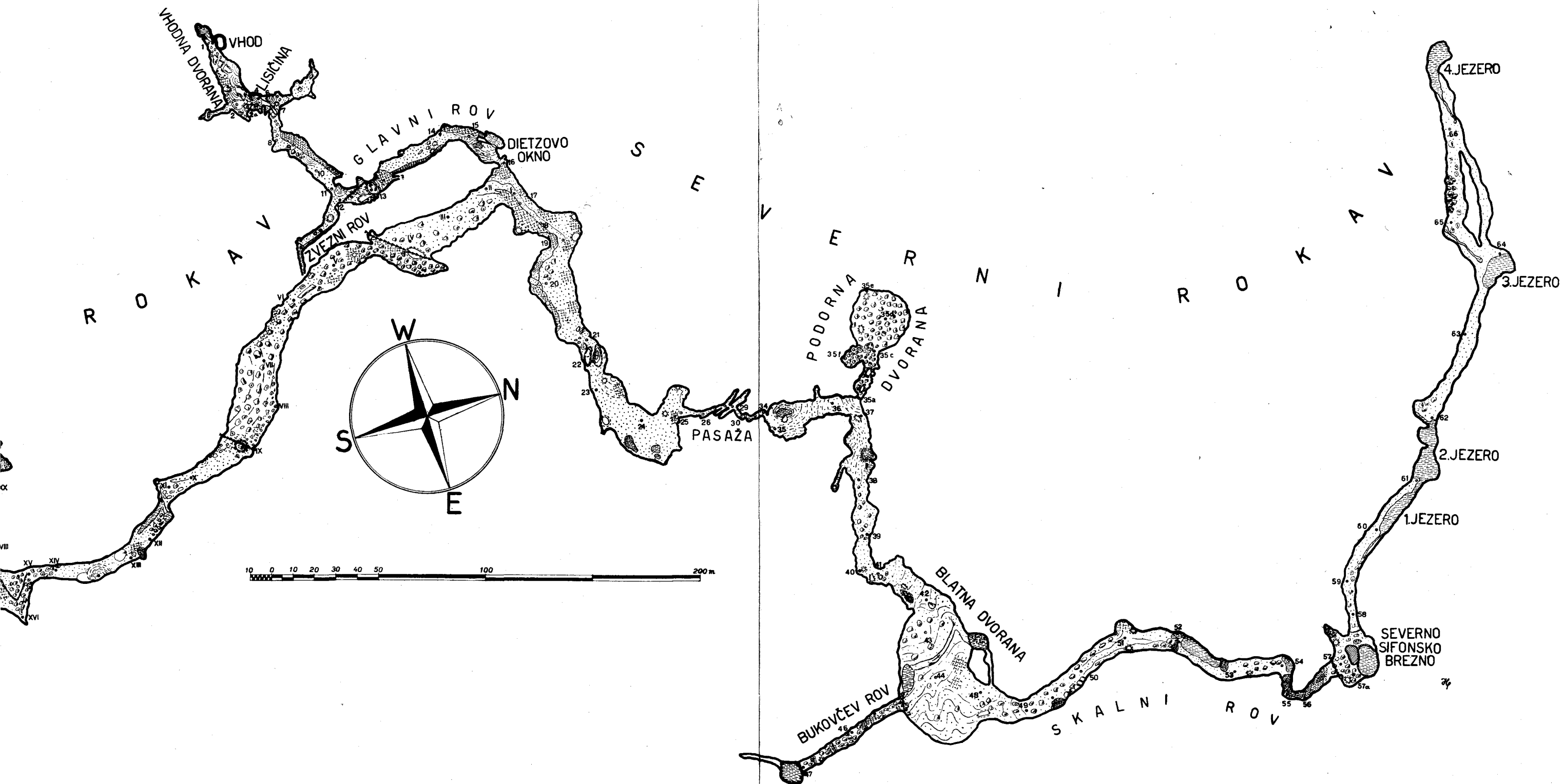
Izdala
Slovenska akademija znanosti in umetnosti
v Ljubljani

Natisnilo
ČP Delo — obrat Triglavsko tiskarna
v aprilu 1965

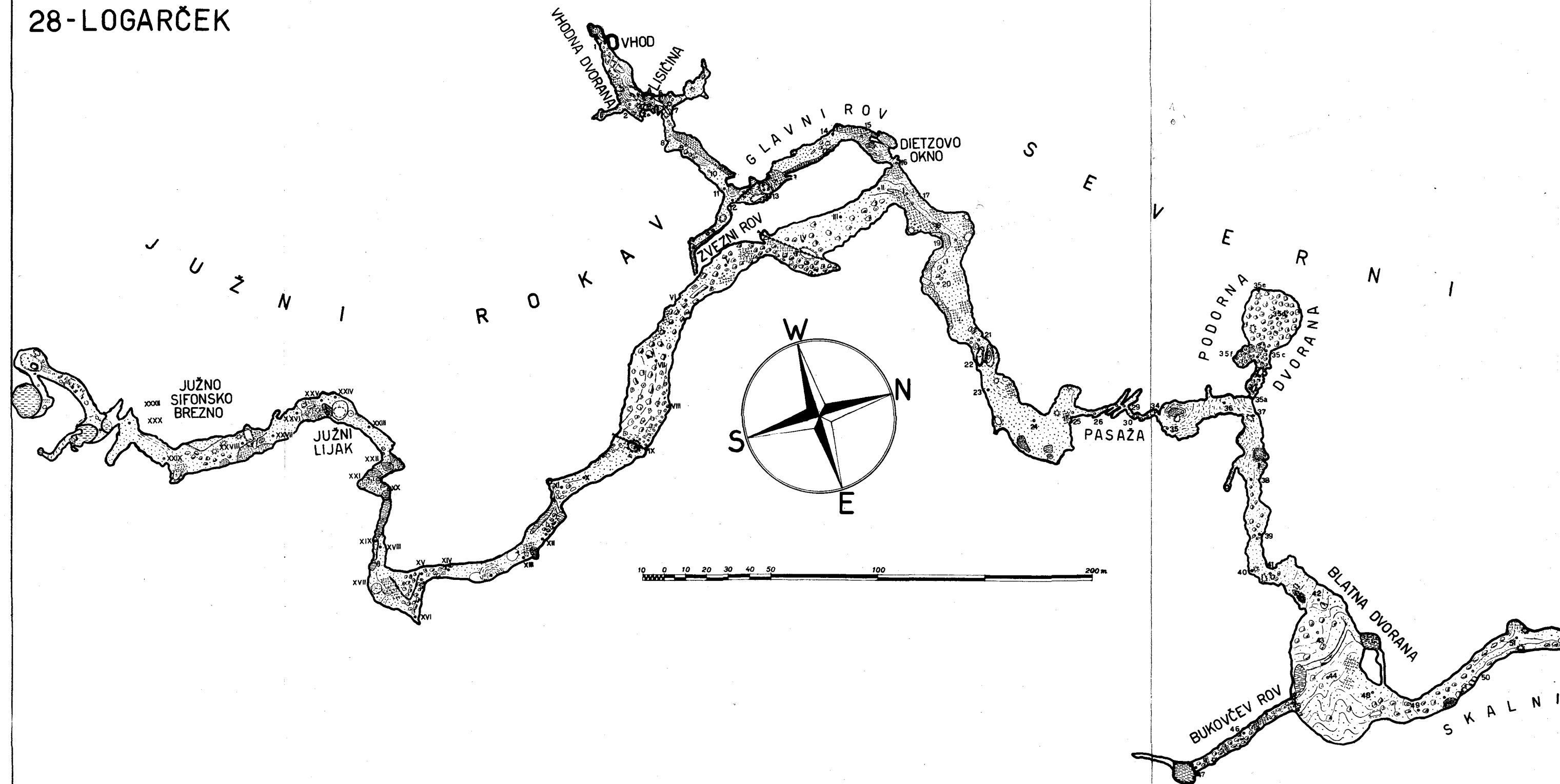
Naklada 1000 izvodov

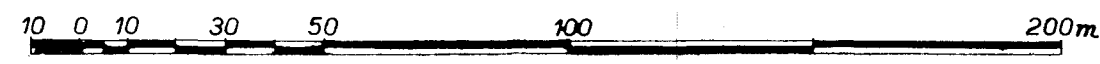
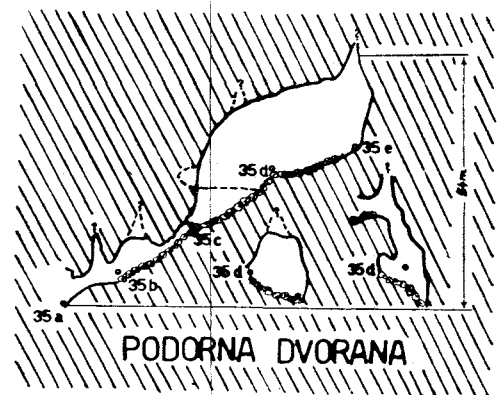
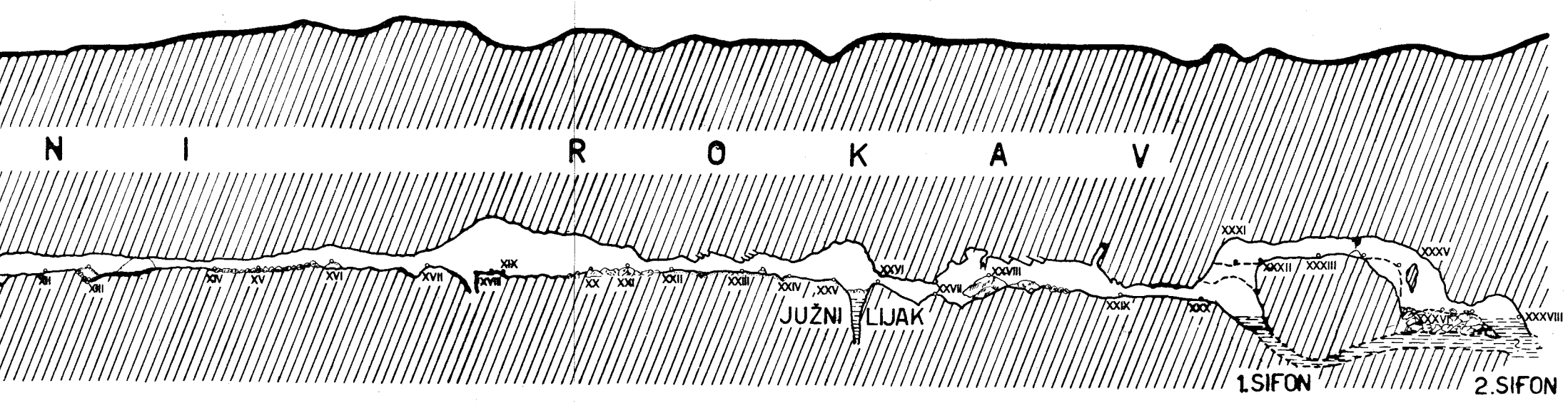
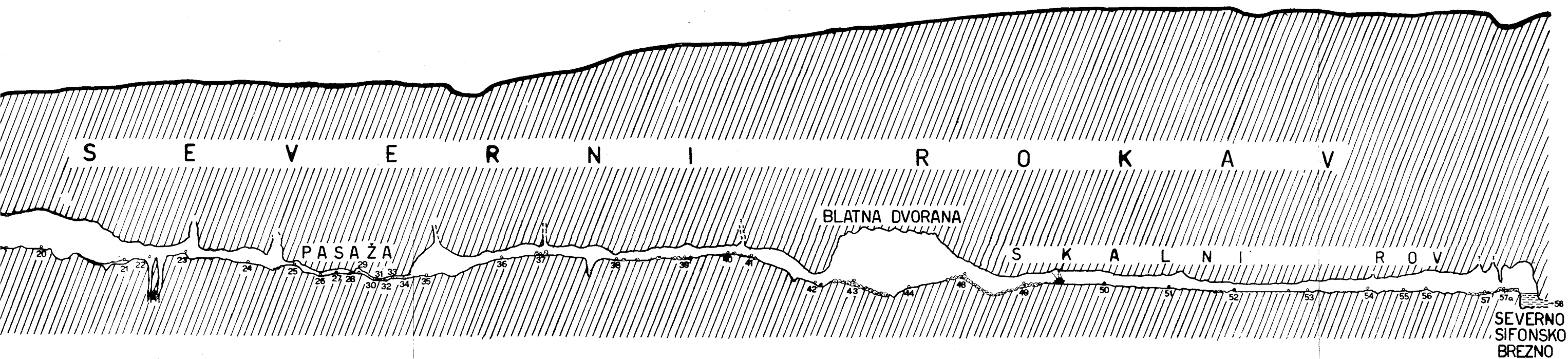
88-VRANJA JAMA



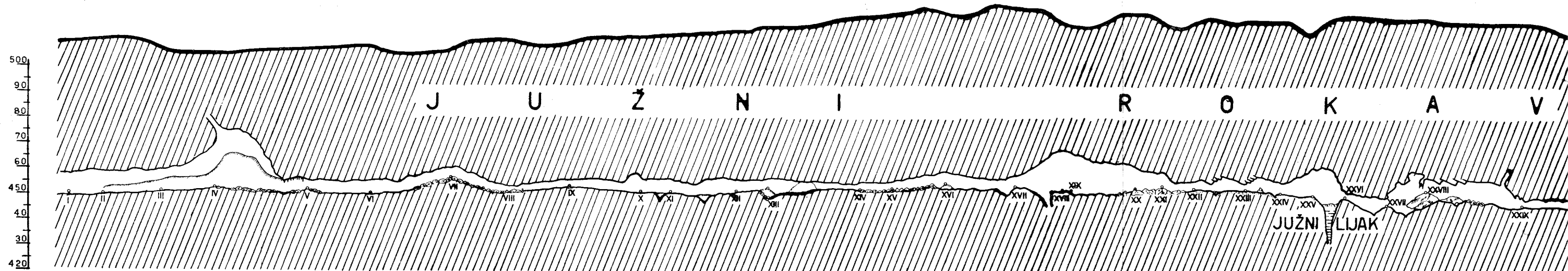
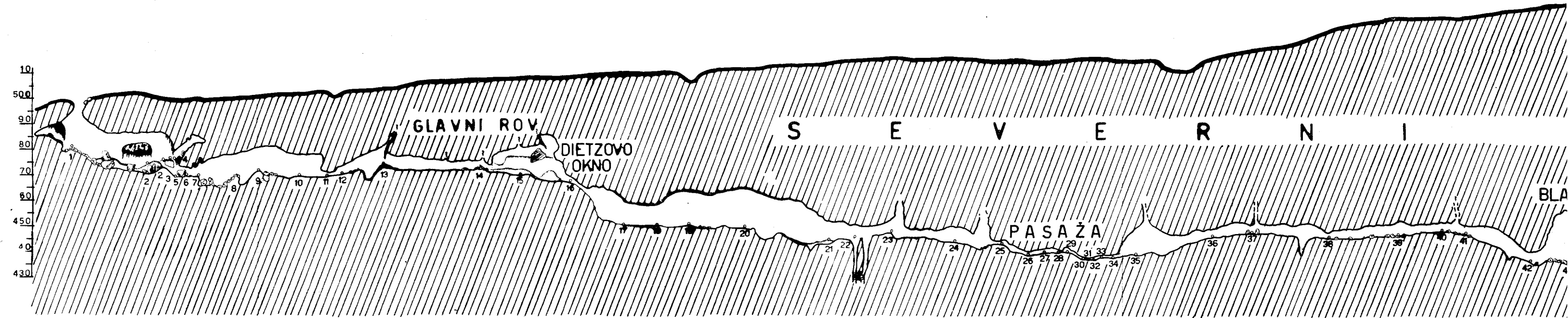


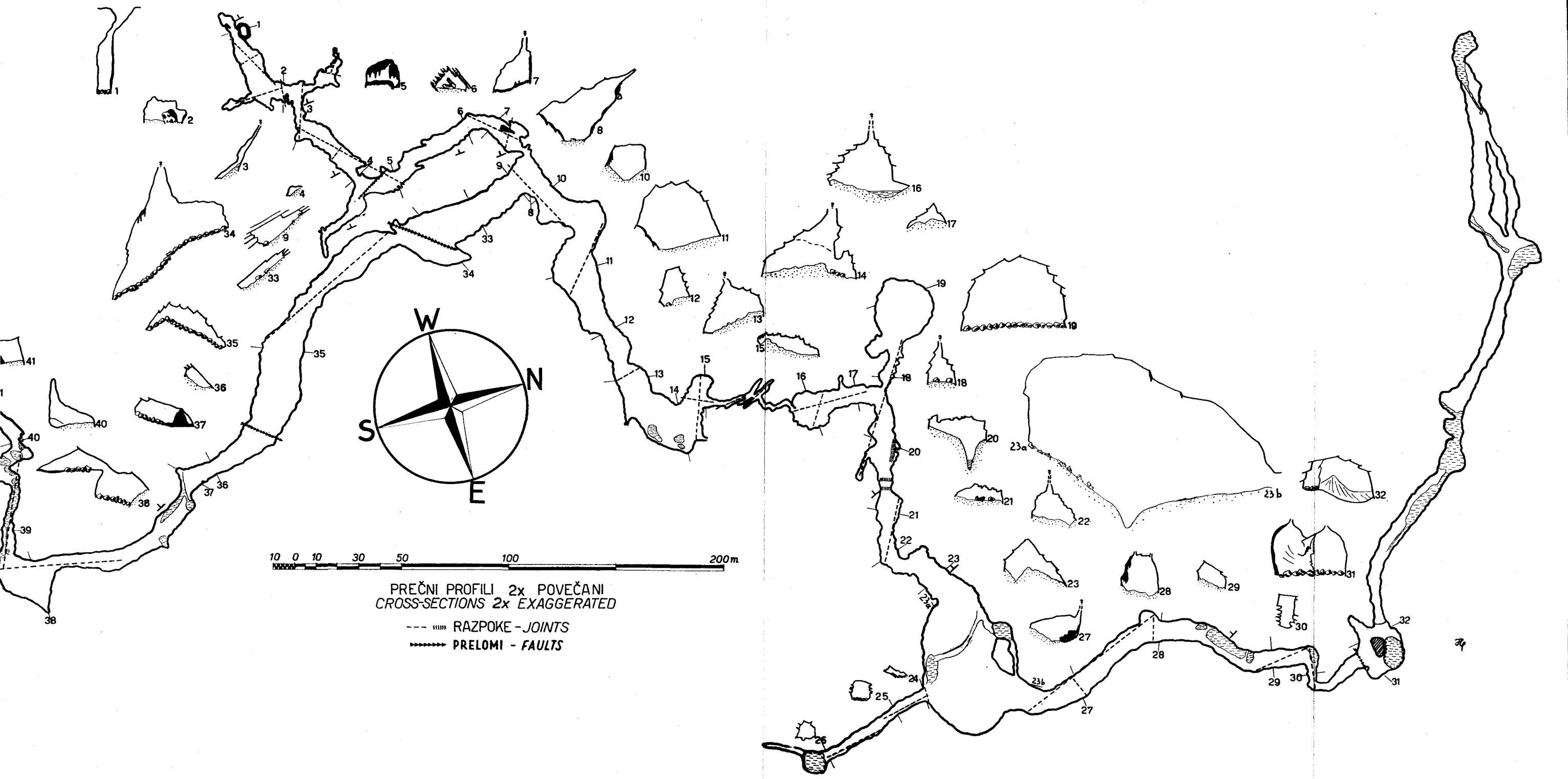
28-LOGARČEK



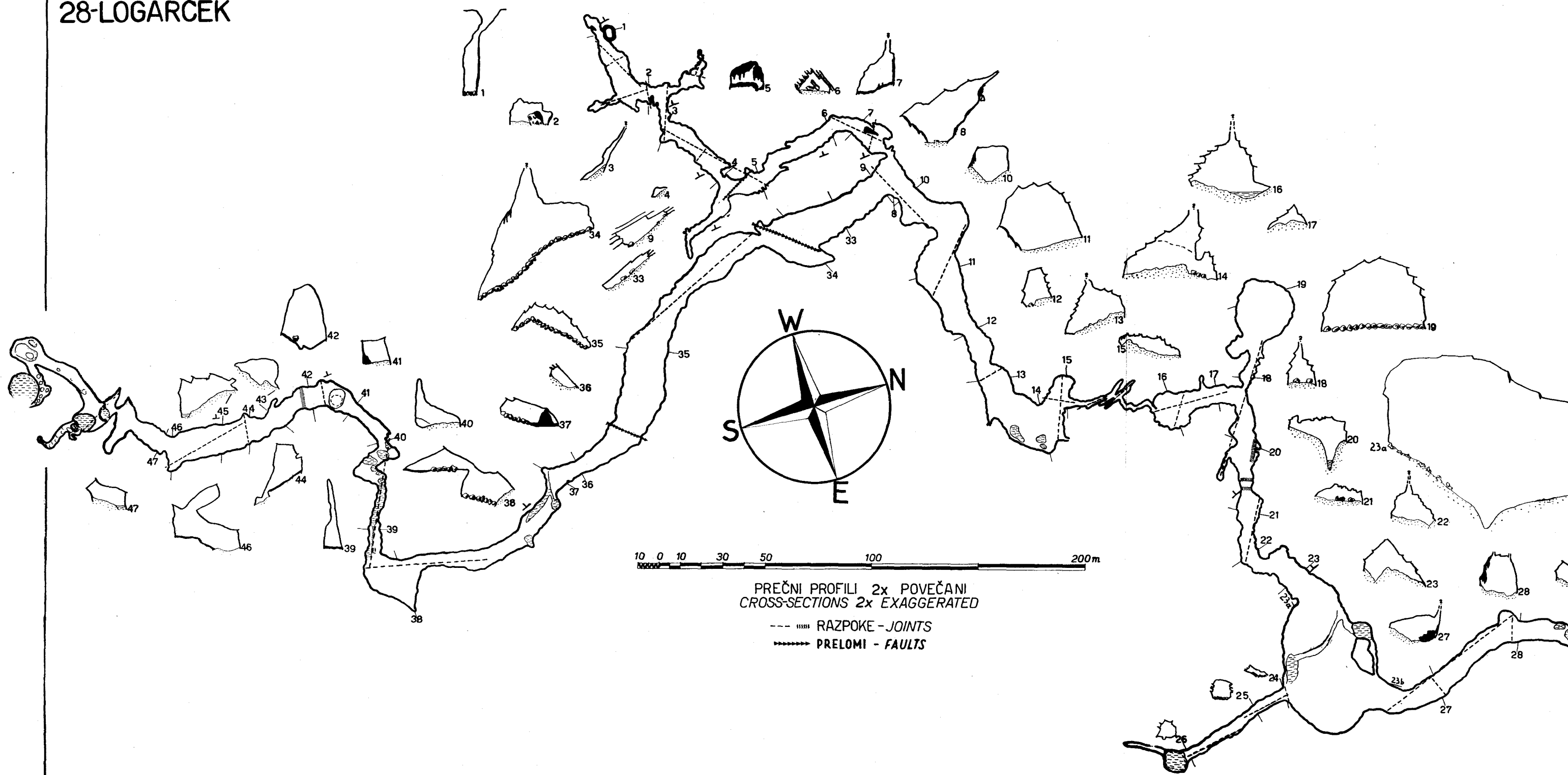


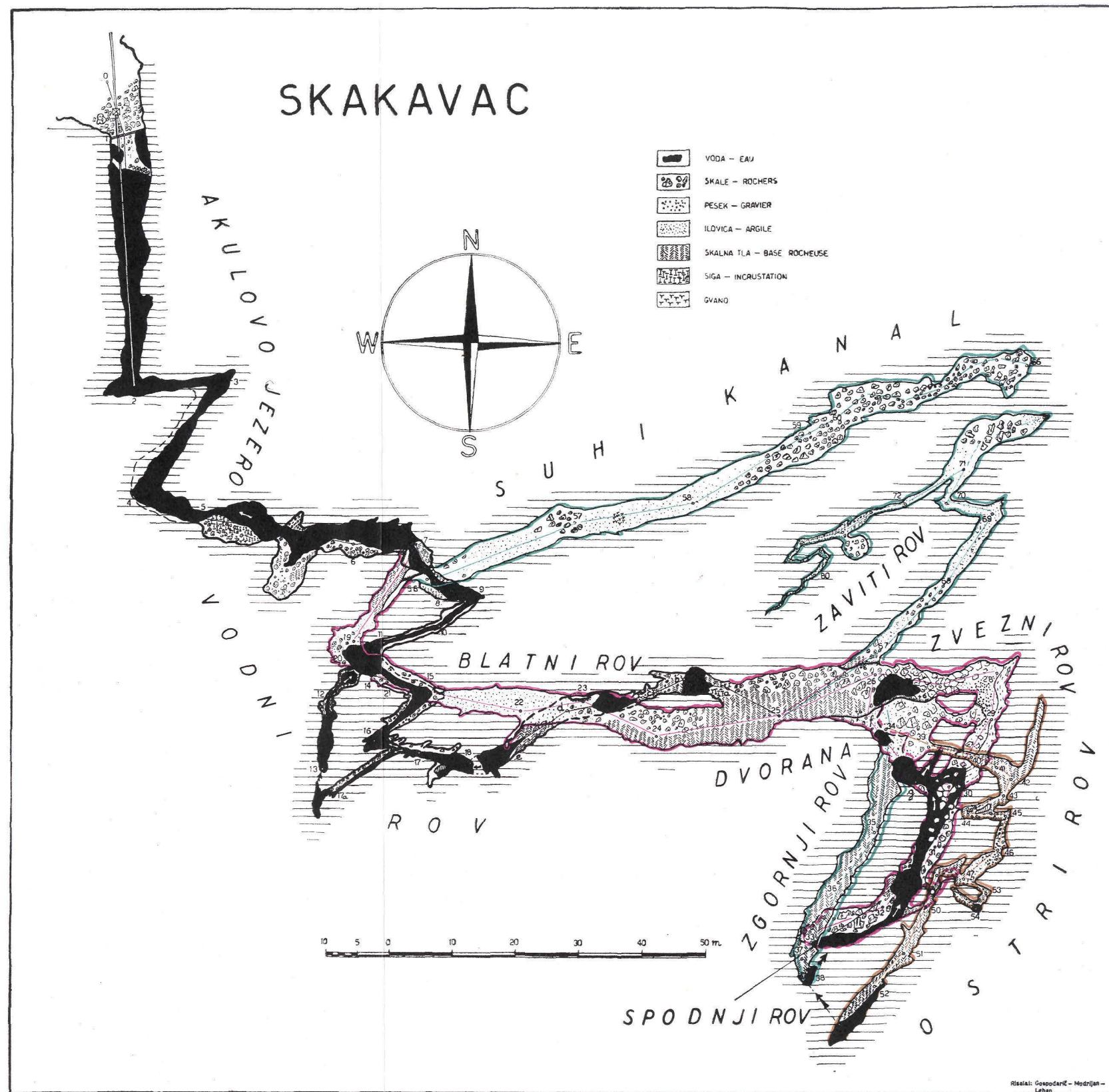
28-LOGARČEK





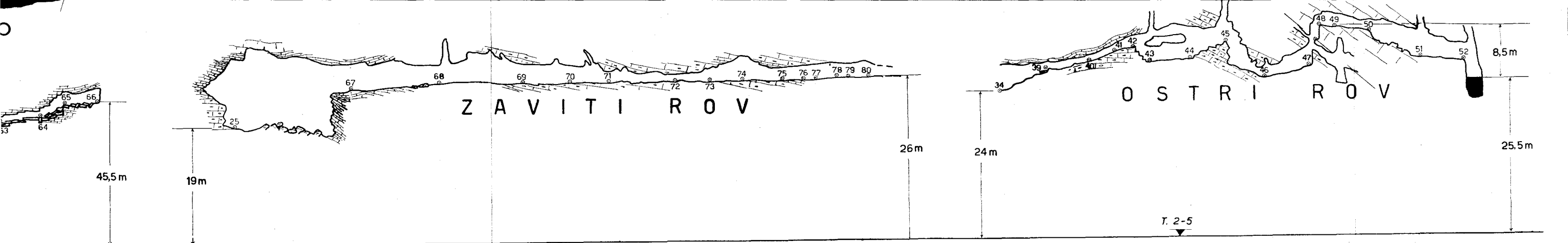
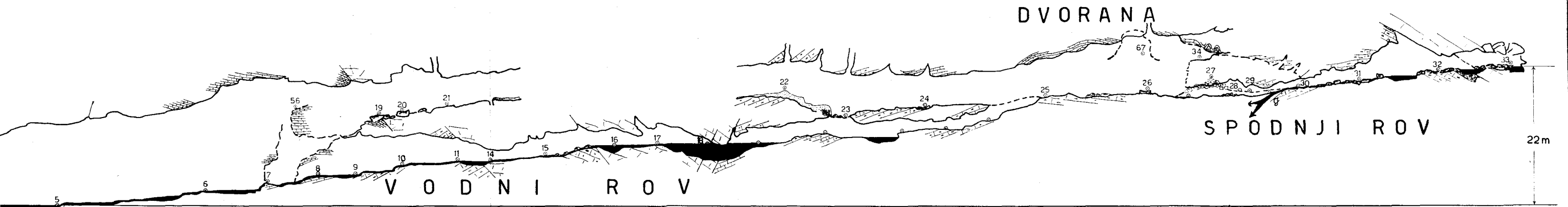
28-LOGARČEK



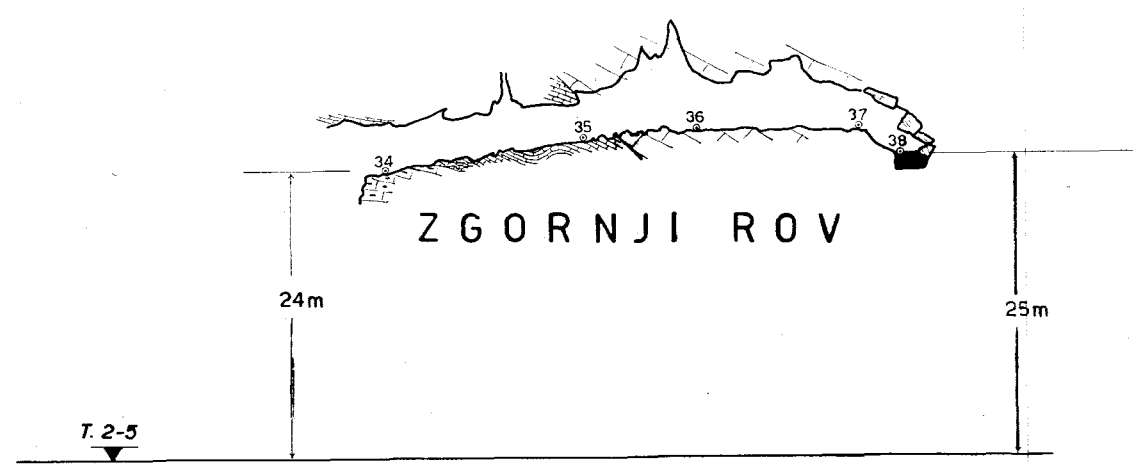


Risali: Gospodarič — Mošnjak —
Leben

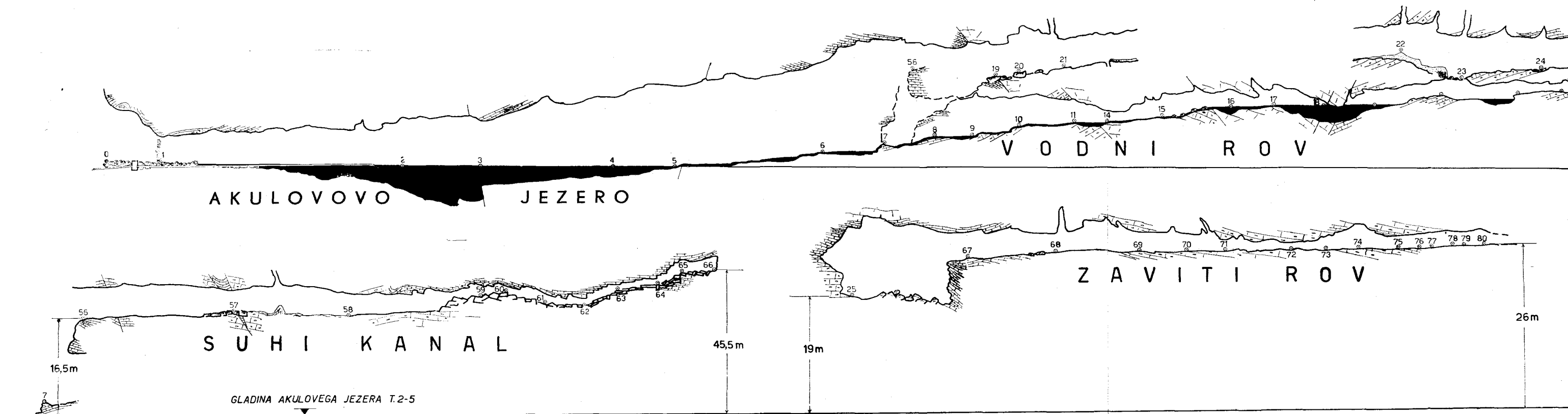
A K A V A C



DOLŽNI PROFILI



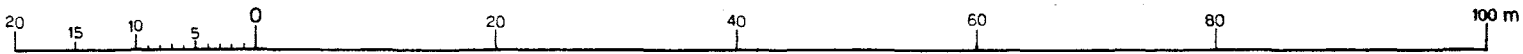
S K A K A V A C

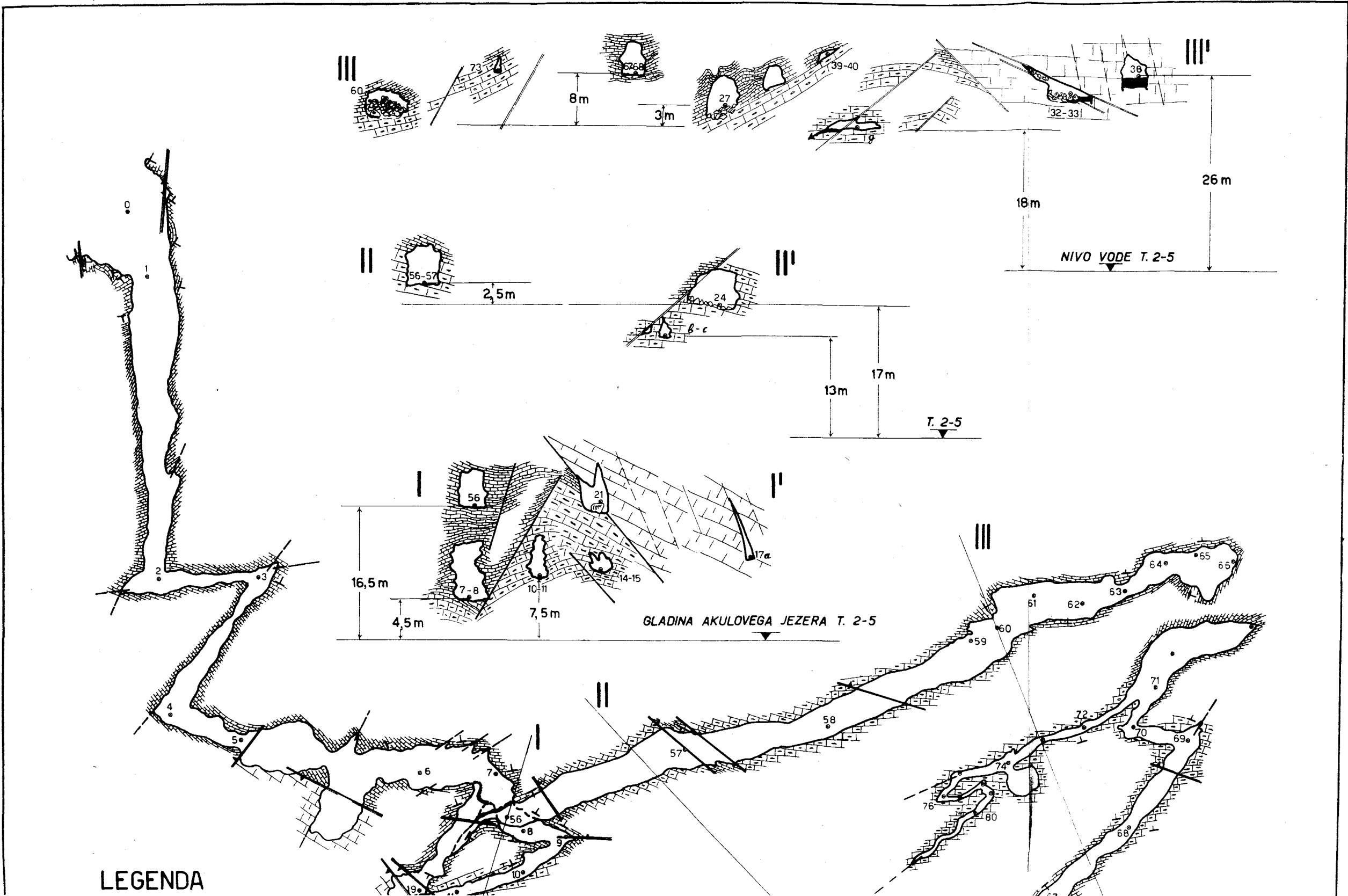


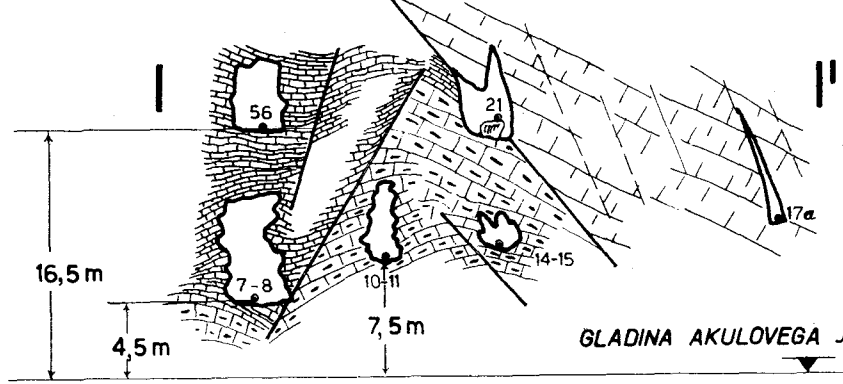
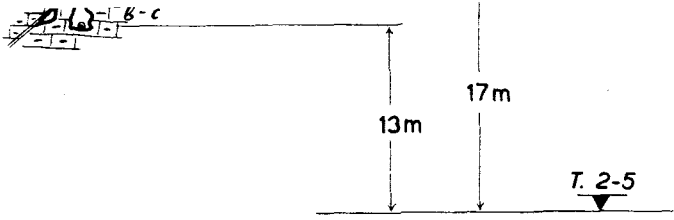
LEGENDA

- PLOŠČATI APNENCI — CALCAIRES EN PLAQUES
- APNENCI Z ROŽENCI — CALCAIRES AVEC CORNETITES
- NESKLADOVITI APNENCI — CALCAIRES NON STRATIFIES
- PRELOM — FAILLE
- VODA — EAU

P O D O L Ź N I P R O F I L I

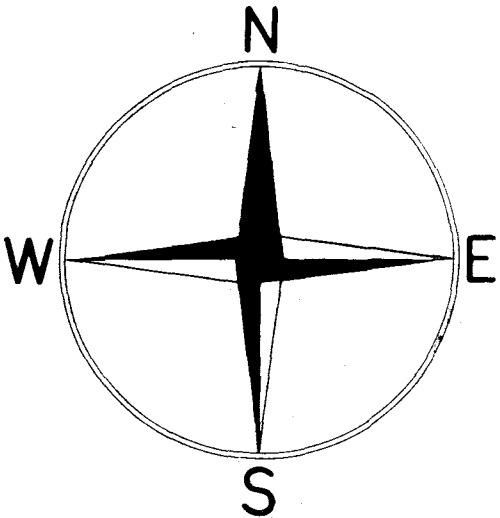




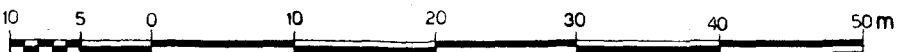


LEGENDA

- PLOŠČATI APNENCI
CALCAIRES EN PLAQUES
- APNENCI Z ROŽENCI
CALCAIRES AVEC CORNETIT
- NESKLADOVITI APNENCI
CALCAIRES NON STRATIFIES
- SMER IN VPAD PLASTI
DIRECTION ET PENTE DE COUCHES
- PRELOM
FAILLE
- RAZPOKA
DIACLASE






SKAKAVAC GEOLOŠKI PODATKI






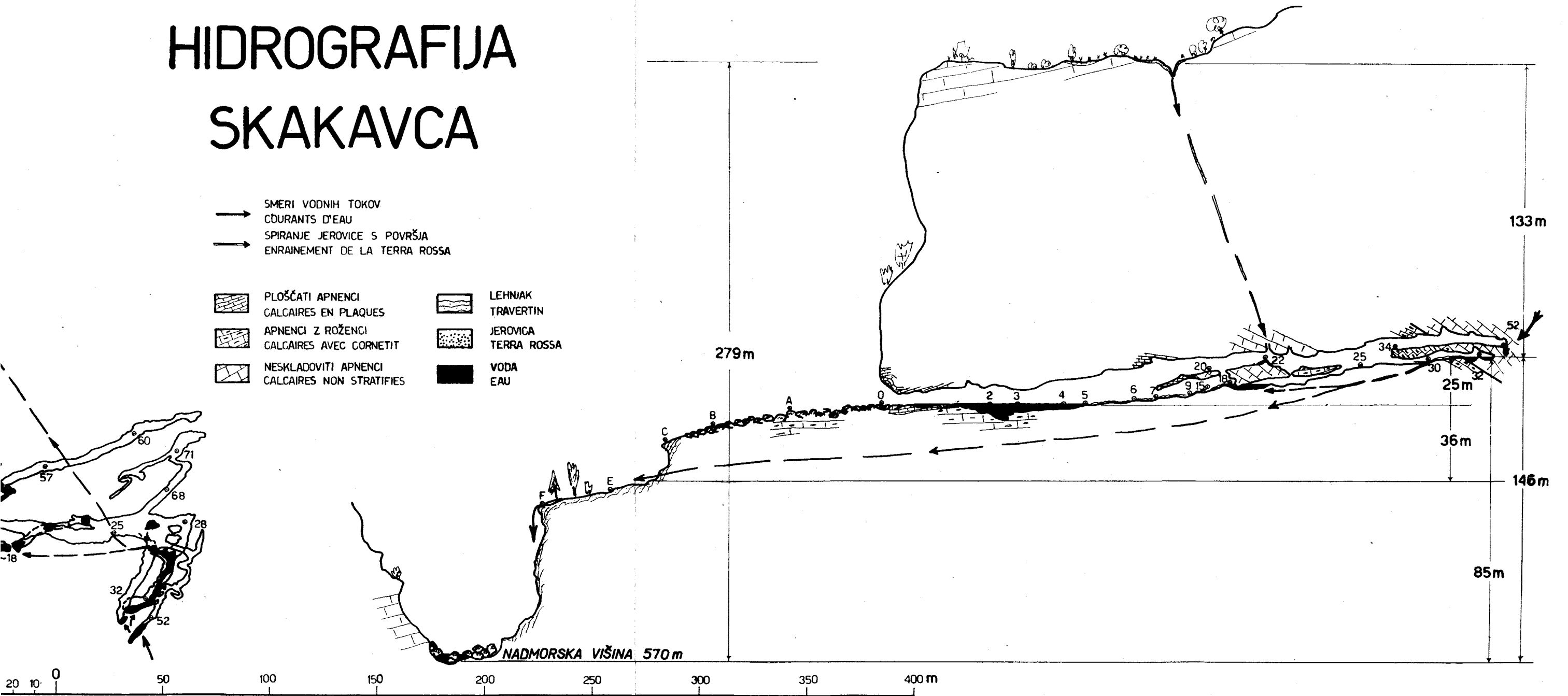
Risala: Gospodarič - Modrijan

HIDROGRAFIJA SKAKAVCA

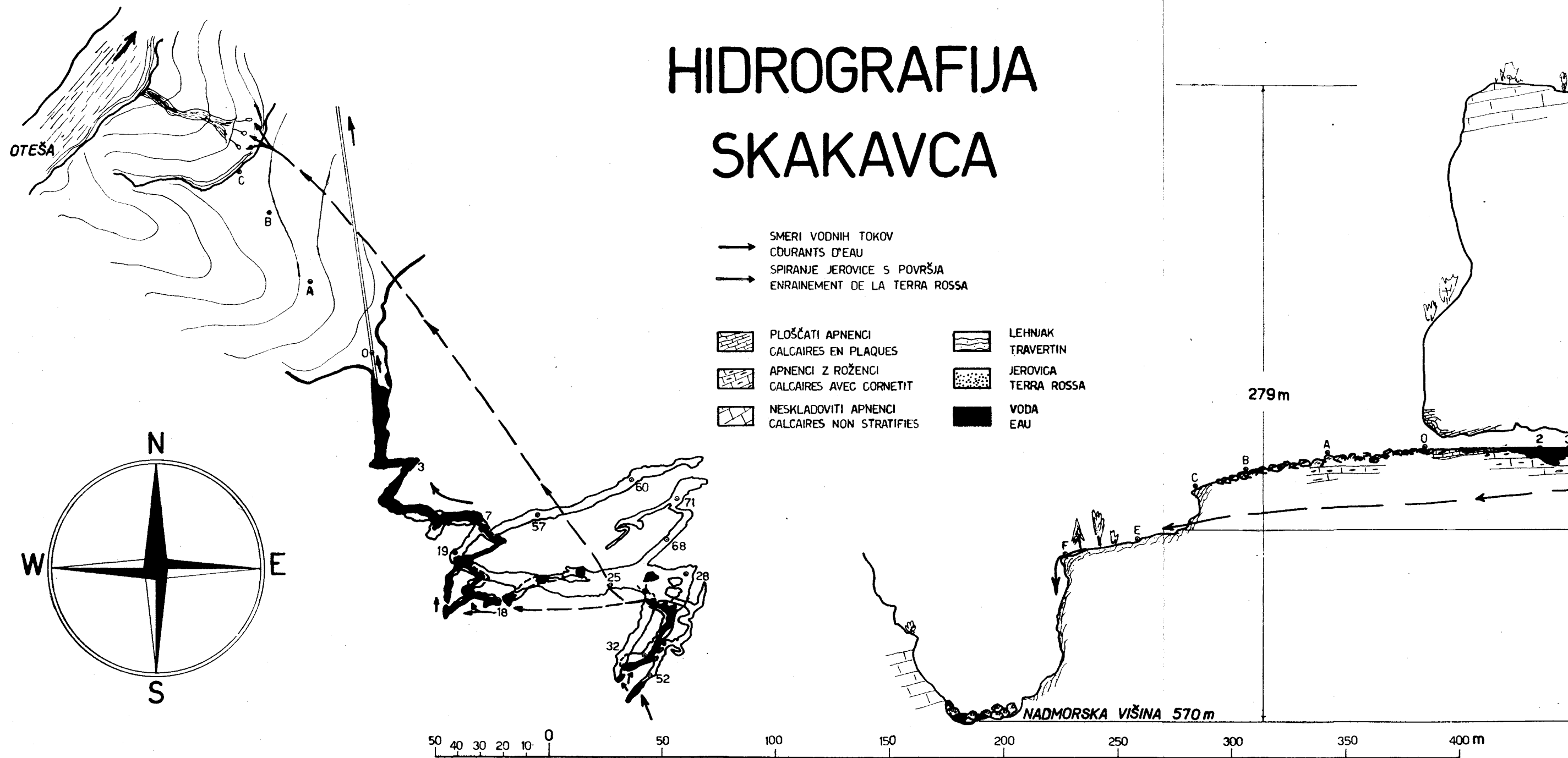
→ SMERI VODNIH TOKOV
COURANTS D'EAU
→ SPIRANJE JEROVICE S POVRŠJA
ENRAINEMENT DE LA TERRA ROSSA

 PLOŠČATI APNENCI
CALCAIRES EN PLAQUES
 APNENCI Z ROŽENCI
CALCAIRES AVEC CORNETIT
 NESKLADOVITI APNENCI
CALCAIRES NON STRATIFIES

 LEHNUAK
TRAVERTIN
 JEROVICA
TERRA ROSSA
 VODA
EAU



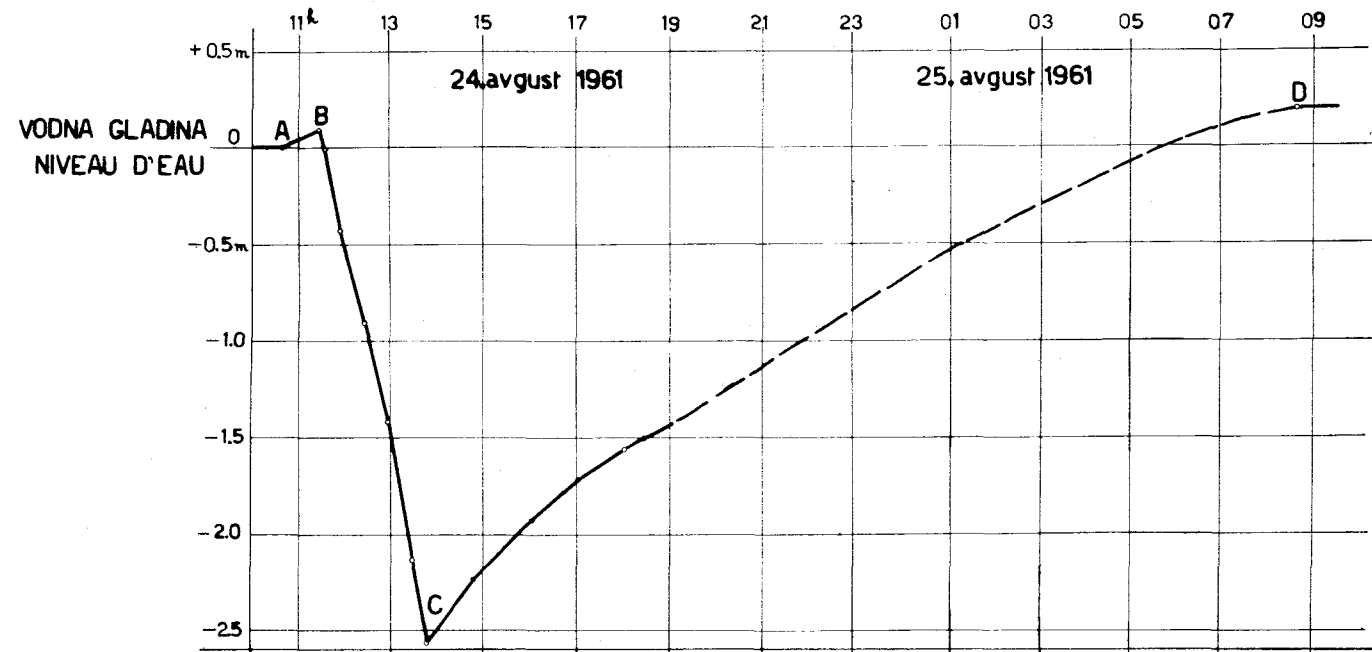
HIDROGRAFIJA SKAKAVCA



AKULOVOVO JEZERO SKAKAVCA

GRAFIČNI PRIKAZ POSKUSNEGA PRAZNJENJA (B-C) IN POLNJENJA (A-B, C-D) JEZERA

TABLEAU D'UN VIDAGE (B-C) ET D'UN REMPLISSAGE (A-B, C-D) EXPERIMENTAUX



KOLIČINA VODE – QUANTITES D'EAU

IZOBATE	m ³	
0 - 0.5m	143	KORIŠČENE VODE NAD SESALNO ŠOBO EAUX UTILISÉES AU-DESSUS DE LA POMPE ASPIRANTE
0.5-1.0	115	
1.0-1.5	99	
1.5-2.0	90	
2.0-2.5	68	
2.5-3.0	48	NEKORIŠČENE VODE POD SESALNO ŠOBO EAUX NON UTILISÉES AU-DESSOUS DE LA POMPE ASPIRANTE
3.0-3.5	40	
3.5-4.0	35	
4.0-4.5	30	
4.5-5.0	26	
5.0-5.5	23	EAUX NON UTILISÉES AU-DESSOUS DE LA POMPE ASPIRANTE
5.5-6.0	21	
6.0-6.5	20	
6.5-7.0	16	
>7.0m	10m ³	
SKUPNO VODE – TOTAL DE L'EAU		785 m ³

Risala: Gospodarič – Modrijan