SLOVENSKÝ KRAS

1977
ROČNÍK XV

ZBORNÍK MÚZEA SLOVENSKÉHO KRASU

SLOVENSKÝ KRAS

ZBORNÍK
MÚZEA SLOVENSKÉHO KRASU
V LIPTOVSKOM MIKULÁŠI

XV

1977

VYDALO VYDAVATEĽSTVO OSVETA, n. p., MARTIN
PRE MÚZEUM SLOVENSKÉHO KRASU V LIPTOVSKOM MIKULÁŠI

SMOPaJ Lipt. Mikuláš
49505A03205

SLOVENSKÉ MÚZEUM OCHRANY PRÍRODY
A JASKYNIARSTVA
LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ
Prír.číslo: 8590 A
Pôvod /dar, výmena/: 27.
MDT 551.44 / 1977

Knižnica MSK
Lipt. Mikuláš
Č. 462 551.44

Redakčná rada

prof. Leonard Blaha, Ing. Mikuláš Erdös, doc. dr. Ján Gulička, CSc., dr. Štefan Homza, prof. dr. Emil Mazúr, DrSc., člen kor. SAV, ČSAV, doc. dr. Ján Otruba, CSc., dr. Anton Porubský, CSc., doc. dr. Michal Zaťko, CSc.

Zostavovateľ: RNDr. Jozef Jakál, CSc.
Odborný redaktor: RNDr. Jozef Jakál, CSc.
Výkonný redaktor: Alfonz Chovan

Adresy autorov štúdií

Dr. V. N. Dubljanskij, ul. Gogoľa 37, kv. 2, 3300 Simferopoľ, ZSSR; doc. dr. Ján Gulička, CSc., Katedra systematickej zoológie PFUK, Moskovská 2, Bratislava; dr. Vladimír Hanzel, CSc., Geologický ústav DŠ, Mlynská dolina, Bratislava; dr. Juraj Orvan, IGHP Žilina, Rajecká cesta; Ing. Josef Slačík, Příbram, VII/47

Na obálke kvapľová výzdoba v jaskyni Bystrá. Foto M. Krob

© Múzeum slovenského krasu, Liptovský Mikuláš 1977

ŠTÚDIE

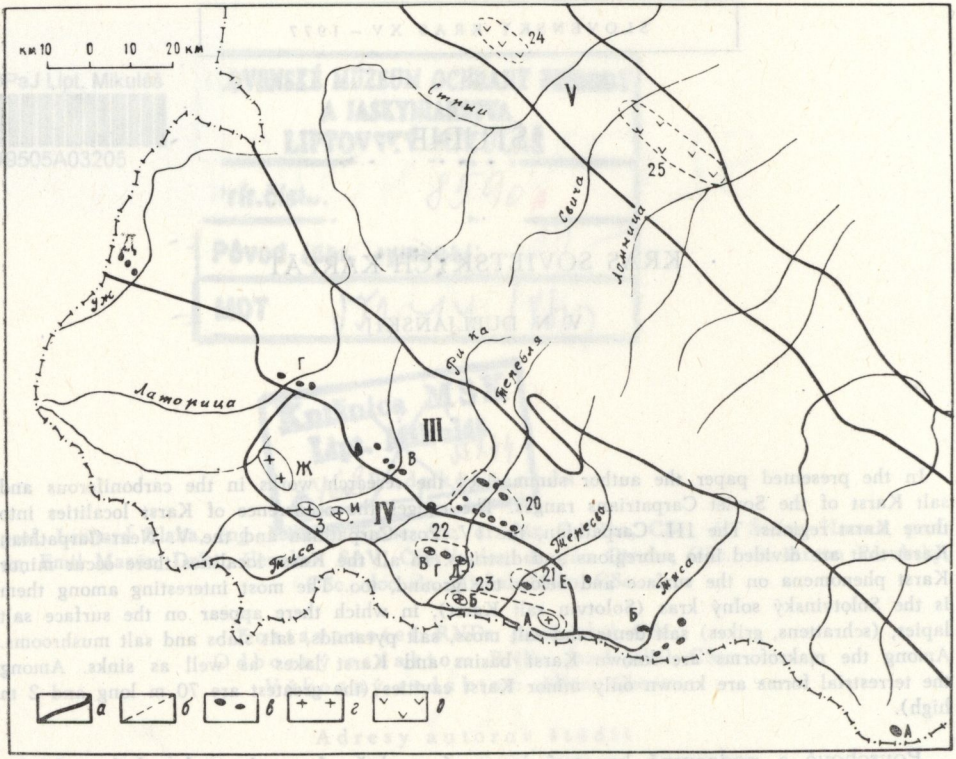
KRAS SOVIETSKYCH KARPÁT

V. N. DUBLJANSKIJ

In the presented paper the author summarizes the research works in the carboniferous and salt Karst of the Soviet Carpatrians ranges. The ranges the occurrence of Karst localities into three Karst regions. The III. Carpathian, the IV. Post-Carpathian and the V. Near-Carpathian Karst that are divided into subregions and districts. In all the Karst localities there occur minor Karst phenomena on the surface and below the ground, too. The most interesting among them is the Solotvinský soľný kras (Solotvin salt Karst), in which there appear on the surface salt lapies, (schrattens, grikes) salt dents and salt moss, salt pyramids, salt slabs and salt mushrooms. Among the makroforms are known Karst basins and Karst lakes as well as sinks. Among the terrestrial forms are known only minor Karst cavities (the greatest are 70 m long and 2 m high).

Povrchové a podzemné krasové javy sú rozložené v rámci horského oblúka Karpát veľmi nerovnomerne. Prvé zmienky o výskyte špecifických foriem soľného krasu v okolí Solotviny a Kaluše pochádzajú z konca 18. storočia. Hydrogeologické zvláštnosti krasu sa skúmali na kamennej a draselnej soli pri jej podzemnom spracovávaní od 19. do začiatku 20. storočia (V. P. Nikolišin, 1968). Systematický výskum soľného krasu začal po nastolení Sovietskej štátnej moci roku 1939 (A. I. Dzens-Litovskij, 1951, 1966; V. F. Zacharov, P. S. Babko, 1959; A. A. Ivanov, S. M. Korenevskij, 1955, 1956 a, b, 1957, 1961; G. B. Korotkevič, 1964, 1970; V. P. Nikolišin, 1964 a, b, 1967, 1968; N. I. Raďko, 1972; V. M. Tašči, 1970, 1971 a i.). Prvé poznatky o karbonatickom krase Sovietskych Karpát sa zjavili oveľa neskôr (V. I. Abelencev, 1950; I. I. Kljušev, 1958; P. M. Cis, 1964; I. V. Černiš, 1964; I. V. Popov, 1965). Jeho podrobný výskum robila Komplexná expedícia pre výskum krasu AN USSR a Inštitút pre nerastné zdroje MG USSR. (V. N. Dubljanskij, 1967; V. N. Dubljanskij, B. I. Šutov, 1968; B. N. Ivanov, 1961, 1965 a, b, c, 1967, 1969 a, b, 1970, 1972; K. A. Tatarinov, G. A. Bačinskij, 1968 a i.).

V Sovietskych Karpatoch sa rozprestierajú tri krasové oblasti, ktoré sa delia na viaceré rajóny a podoblasti (B. N. Ivanov, 1965 a, 1969 a, b, 1972;



Obr. 1. Schéma rozmiestenia krasových oblastí a rajónov Sovietskych Karpát (podľa B. N. Ivanova, 1965 a 1972). a — hranica krasovej oblasti; b — hranica krasového rajónu; v — kras vo vápencoch; g — kras v kamennej soli; d — kras v draselnej soli. Krasové oblasti: III — Karpatská; IV — Zakarpatská; V — Prikarpatská. Krasové rajóny: 20 — Útesový; 21 — Novoselický; 22 — Tereblinský; 23 — Solotvinský; 24 — Stebnický; 25 — Kalušský

Рис. 1. Схема расположения карстовых областей и районов Советских Карпат (по Б. Н. Иванову, 1965 и 1972 гг.) а — граница карстовой области; б — граница карстового района; в — карст в известняках; г — карст в каменной соли; д — карст в калийной соли. Карстовые области: III — Карпатская; IV — Закарпатская; Прикарпатская. Карстовые районы: 20 — Утесовый; 21 — Новоселицкий; 22 — Теребли́нский; 23 — Солотвинский; 24 — Стебницкий; 25 — Калушский

Fig. 1. Scheme of displaying Karst regions and Soviet Carpathians (according to B. N. Ivanov, 1965 and 1972). a — boundary of the Karst region; b — boundary of the Karst districts; v — Karst in limestones; g — Karst in stone salt; d — Karst in potassium salt. Karst regions: III — Carpathian; IV — Post Carpathian; V — Near Carpathian. Karst districts: 20 — Cliff district; 21 — Novoselický district; Tereblinský district; 23 — Solotvinský district; 24 — Stebnice district; 25 — Kaluša district

B. A. Korženevskij, 1970, 1972). Skrasovatené horniny netvoria súvislé oblasti, ale vystupujú na povrch alebo sa skrývajú pod slabou vrstvou drobivých sedimentov na jednotlivých, zväčša neveľkých úsekoch (obr. 1). Preto sa rajónovanie krasu robilo na základe štrukturálno-geomorfologickej charakteristiky

Tab. 1.

Krasová oblasť rajón (Podľa B. N. Ivanova, 1965 a)	Tektonická oblasť pásmo (Hydrogeológia ZSSR, 1971)	Hydrogeologická oblasť pásmo (Podľa Je. S. Gavrilenka a i., 1967)	Inžiniersko-geologická oblasť podoblasť (Hydrogeológia ZSSR, 1971)
III. Karpatská 20. Bradlová	Karpatská zvrásnená Bradlová	Zvrásnené Karpaty Černohorsko-magurská Peninská	Karpatská Karpatský zvrásnený útvar
IV. Zakarpatská 21. Novoselický 22. Tereblinský 23. Solotvinský	Zakarpatského vnútorného priehybu Solotvinská	Zakarpatského okrajového priehybu Solotvinská	Karpatská Chustsko-solotvinská
V. Prikarpatská 24. Stebnický 25. Kalušský	Prikarpatského okrajového priehybu Vnútorná	Prikarpatského okrajového priehybu Vnútorná	Podkarpatská predhorná rovina Dnestra a Pruta Terasovitá naklonená rovina

*) Numerácia krasových oblastí a rajónov zodpovedá jednotnej nomenklatúre schválenej pri inžiniersko-geologickom hodnotení územia Ukrajiny a Moldávie (B. N. Ivanov, 1972).

pri zohľadnení hydrogeologických a inžiniersko-geologických vlastností územia (tab. 1).

III. OBLASŤ KARPATSKÉHO KRASU

Krasové horniny zaujímajú v rámci karpatského územia pomerne širokú plochu, no na povrch vystupujú len v jadrách antiklinálnych vrás, alebo tvoria izolované časti bradiel sporného pôvodu (Geologija SSSR, 1966). Táto okolnosť sťažuje rajónovanie krasu, v dôsledku čoho bol dosiaľ v rámci oblasti vymedzený len jeden krasový rajón (III_{20}) a niekoľko krasových úsekov (III_{a-d}).

Výstupy triasových sedimentov na povrch boli stanovené v Rachovskom masíve (dolomity a dolomitizované vápence, ktorých hrúbka je okolo 10—100 m), v povodí rieky Ugoľka (sľudové vápence, modrastosivý mramor s hrúbkou 10—15 m) a v Čivčinských horách (sivé, dolomitizované vápence s hrúbkou 10—30 m, svetlosivé vápence, masívne a vrstvovité s hrúbkou 30—40 m, tmavosivé dolomity s hrúbkou 30—40 m). Správy o súčasnom stave skrasovatenia triasových sedimentov sa obmedzujú na ústne podania I. D. Gofštejna o výskyte menších krasových dutín v Čivčinských horách (III_a) a správu M. A. Klitčenku o pohltení odtoku krasovou dutinou na stráni vrchu Berlebaška neďaleko od Rachova (III b). V krasových taškách strednotriasových vápencov a dolomitov Rachovského útvaru (osada Rudárňa) boli objavené slabé a obsahovo chudobné šošovky bauxitov. Tento fakt poukazuje na možnosť existencie pochovaného krasu z predjurského obdobia (Geologija SSSR, 1966).

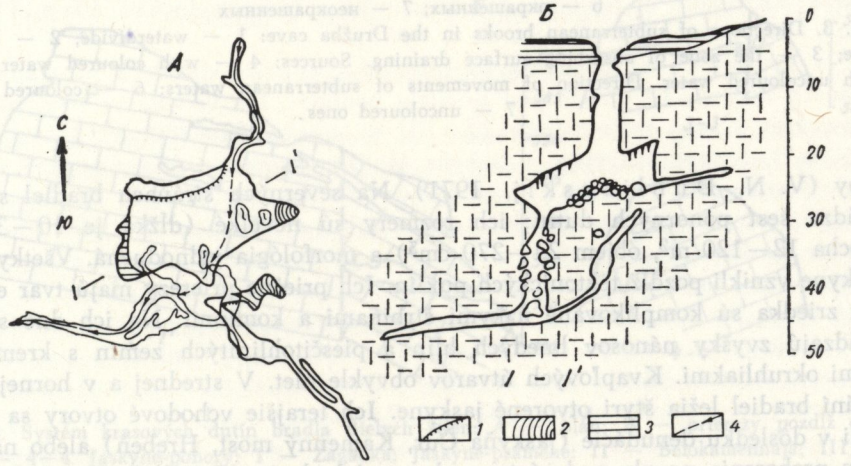
Jurské sedimenty sú lokalizované v rozmedzí dvoch úzkych rovnobežných pásiem severného (Marmarošského) pásma rozprestierajúceho sa od dediny Dolgoje do Rachovského útvaru, a južného (Peninského alebo Útesového pásma) preskúmaného od osady Perečin po rieku Teresvu. Vo východnom Zakarpatsku je tretie pásmo výstupu jury na povrch rieky Čierna Tisa smerom cez horu Petros pozdĺž pravého brehu Bielej Tisy. O krase posledných dvoch pásiem máme zatiaľ málo správ. Bradlá južného pásma sú budované z nevrstevnatých a vrstevnatých, úlomkovitých a konglomeratických, čistých, dolomitizovaných alebo kremencovitých, pieskovcových, ako aj hlinitých druhov vápencov. Ich mocnosť dosahuje od 5—10 do 40—50 i viac m. Najúplnejšie prierezy hornojurskej vrstvy pochádzajú z rajónu osady Perečin neďaleko od obce Priboržavskoje. Na ľavom brehu rieky Boržava medzi obcami Dagve a Zadne sa objavilo množstvo krasových jám vyplnených drnovou zemou (III c, I. V. Popov, 1965). V lomoch svaľavského a priboržavského úseku (III_h) boli objavené neveľké krasové dutiny vzniknuté v podmienkach tektonickej puklinovosti, ako aj puklinové dutiny vyplnené hlinou. V oblasti perečinského úseku (III_d) sa vyskytol prípad pohltenia súčasného toku ponorom a intenzívnej cirkulácie puklinovo-krasových vôd pod úrovňou miestnej eróznej bázy (B. N. Ivanov, 1961; I. V. Popov, 1965). V južnej časti Bradlového rajónu (III_{20}) a v útesoch hôr Termoxa a Čertež, vystupujúcich z hornojurských vápencov a vápencových brekcií obsiahnutých v slieňoch, pieskovcoch, aleurolitoch a argylitoch púchovského súvrstvia (senoman-senón), boli objavené niektoré menšie jaskyne.

Oveľa dôkladnejšie sú preštudované povrchové a podzemné krasové útvary severného (Marmarošského) pásma bradiel v povodiach riek Malej a Veľkej Ugoľky, v medziriečí Tereble a Teresvy (Bradlový rajón III_{20}). Bradlový rajón sa rozprestiera v dobre zavlažovanom pásme. Z ročného množstva zrážok 1316 mm pripadá 60 % na teplú sezónu. Trvalá snehová pokrývka sa ustáľuje pravidelne okolo 3. decembra a mizne 30. marca. Stredná zásoba vody zo snehu je 126 mm a v niektorých rokoch stúpa až na 170—220 mm.

Ročná hodnota vyparovania je 500 mm, z čoho 78 % pripadá na teplú sezónu. Bradlá severného pásma dosahujú dĺžku 500 m, šírku 100—200 m a hrúbku 100 m. Pozostávajú z jednoliatej vrstvy jemnozrnných vápencov kelloway-ského, oxfordsko-kimeridžského a titon-valanžského veku. Podľa zloženia ide o veľmi čistú karbonatickú horninu (s priemerným obsahom CaO 53,8 %, MgO 0,59 %, jedenapolnásobných kysličníkov 0,90 %, SiO_2 1,44 %.) Hlavnou formou priepustnosti nevrstvovitých vápencov je puklinová priepustnosť. Bradlá sú pokryté mnohými vertikálnymi a ostrouhlými puklinami, ktoré vznikli alebo sa otvorili počas konečnej postpaleogénnej fázy vrásnenia. (Hlavné smery sú 40—60° a 120—130°; I. D. Gofštejn, 1954, 1966). Hornojurské bradlá tvoria súčasť kriedových sedimentov sojmuľského súvrstvia, zastúpených aleurolitmi, argylitmi, pieskovcami, žulovými konglomerátmi a balvanmi, bielymi kremennými okruhliakmi a okruhliakmi z kryštalických bridlíc. Od pásma Marmarošských bradiel sa smerom na S rozprestierajú spodné kriedové a hornokriedové sedimenty, ktoré nekrasovatejú a patria k rachovskému, burkutskému a skupovskému súvrstviu (karbonatický, terrigenný flyš, konglomeráty a pieskovcovohli-

nité sedimenty) a smerom na J sú nekrasovatejúce sedimenty paleogénu-eocénu (pieskovcovohlinitý flyš, argylity, pieskovce). Tektoniku rajónu a pôvod hornojurských bradiel vysvetľujú rôzni výskumní pracovníci rozmanitým spôsobom (Geologija SSSR, 1966). Na účely krasovo-hydrologickej analýzy majú najväčšiu cenu závery o tektonickej a geomorfologickej odtrhnutosti bradiel vybudovaných hornojurskými vápencami, ktoré sa zdajú nesporné a sú potvrdené údajmi výsledkov vrtných prác. Základy týchto bradiel sú skryté v slabopriepustnej, dokonca, ako na to poukazuje množstvo prípadov, prakticky vodotesnej vrstve sojmuľského súvrstvia. Podtekanie podzemných vôd tu neprichádza do úvahy. Ani reliéf Ugoľského bradla nedáva priaznivé podmienky pre vývin krasu. V oblasti rozšírenia hornín podliehajúcich procesu krasovatenia niet vyrovnaných plôch, na ktorých by sa mohli uplatniť niválno-korózne procesy. Intenzívna horizontálna (0,8—1,2 km/km²) a vertikálna (do 400 m) členitosť reliéfu pri pomerne malej ploche karbonatických blokov (do 0,10 km²) tvorí prekážku influačného napájania z miestnych vodných nádrží. Preto jedinou formou povrchového krasu sú tu nespočetné žľabovité škrapy na strmých stráňach vápencových bradiel (B. N. Ivanov, 1965 c, 1967). Vytváranie krasových dutín Bradlového rajónu prebiehalo buď pri pohltení nejakého tranzitového riečneho toku alebo v dôsledku veľmi skúpeho napájania infiltračnými a kondenzačnými vodami.

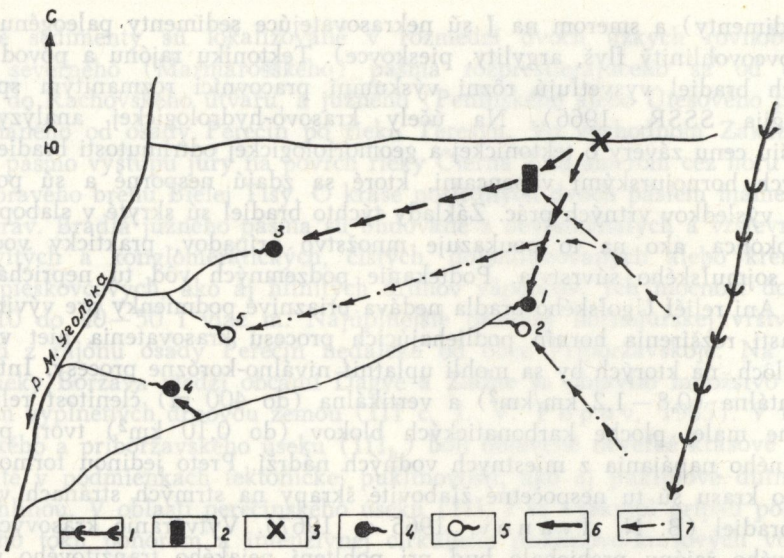
Krasové dutiny Bradlového rajónu vytvárajú niekoľko skupín v útesoch ľavého a pravého údolia rieky Boľšaja Ugoľka, v relatívnej výške 65—408 m. Patria do skupiny korózno-erozívneho pôvodu a ďalej sa členia na tri morfologické



Obr. 2. Otvorená jaskyňa Družba. A — plán; B — prierez. 1 — terasy; 2 — kvapľové útvary; 3 — hlinité usadeniny; 4 — smery podzemných potokov

Рис. 2. Открытая пещера „Дружба". А — план; В — поперечное сечение. 1 — терасы; 2 — натечные образования; 3 — глинистые отложения; 4 — направления подземных потоков вод

Fig. 2. The opened cave Družba. A — the plan; B — cross. 1 — section; 2 — stalaclite configurations; 3— clayey sediments; 4 — directions of subterranean currents



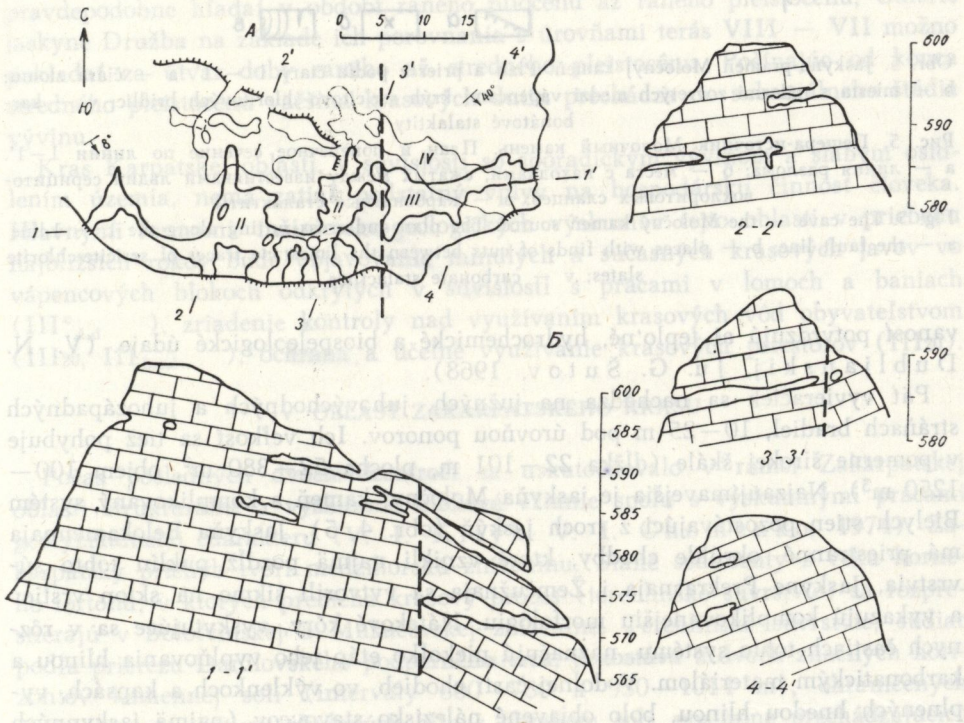
Obr. 3. Smery podzemných potokov v útese jaskyne Družba: 1 — rozvodie; 2 — jaskyňa Družba; 3 — pásmo pohlcovania povrchového odtoku. Pramene: 4 — so sfarbenou vodou; 5 — s nezafarbenou vodou. Smery pohybu podzemných vôd: 6 — zafarbených; 7 — nezafarbených

Рис. 3. Направления подземных потоков вод в утесе пещеры „Дружба": 1 — водораздел; 2 — пещера „Дружба"; 3 — зона поглощения поверхностного стока вод. Источники: 4 — с окрашенной водой; 5 — с неокрашенной водой. Направления движения подземных вод: 6 — окрашенных; 7 — неокрашенных

Fig. 3. Directions of subterranean brooks in the Družba cave: 1 — waterdivide; 2 — Družba cave; 3 — the zone of absorbing surface draining. Sources: 4 — with coloured water; 5 — with uncoloured water. Direction of movements of subterranean waters: 6 — coloured water; 7 — uncoloured ones.

typy (V. N. Dubljanskij, 1971). Na severných stráňach bradiel sa nachádza šesť ponorných dutín; ich rozmery sú neveľké (dĺžka je 10—35 m, plocha 12—120 m^2, objem 24—270 cm^3) a morfológia jednoduchá. Všetky tieto jaskyne vznikli pozdĺž tektonických puklín. Ich priečne prierezy majú tvar elipsy, len zriedka sú komplikované úzkymi štrbinami a komínmi. Na ich dne sa nachádzajú zvyšky nánosov hnedých hlín a piesčitohlinitých zemín s kremencovými okruhliakmi. Kvapľových útvarov obvykle niet. V strednej a v hornej časti stráni bradiel ležia štyri otvorené jaskyne. Ich terajšie vchodové otvory sa vyvinuli v dôsledku denudácie (jaskyňa Čur, Kamenný most, Hrebeň) alebo následkom preborenia povaly nad sústavou krasových dutín (Družba). Rozmery otvorených jaskýň sa pohybujú v širokom rozmedzí (dĺžka 15—220 m, šírka 25—405 m, objem 65—2135 m^3). Najzložitejšou morfológiou sa vyznačuje otvorená jaskyňa Družba (obr. 2). Vstup do nej má tvar neveľkého lievika vytvoreného v usadeninách sojmuľského súvrstvia, ktoré pokrývajú stráň bradla. Odo dna lievika začína v masívnych jurských vápencoch strmá studňa s hĺbkou 20 m,

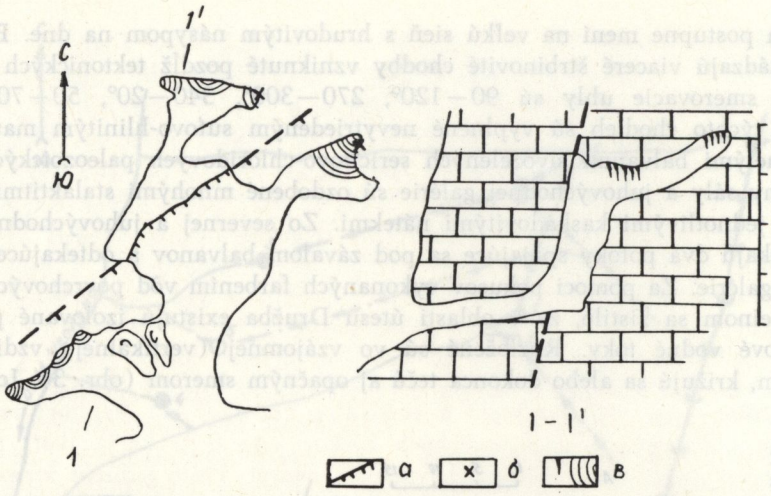
ktorá sa postupne mení na veľkú sieň s hrudovitým násypom na dne. Pod ňou sa nachádzajú viaceré štrbinovité chodby vzniknuté pozdĺž tektonických puklín, ktorých smerovacie uhly sú 90—120°, 270—300°, 340—20°, 50—70°. Niektoré z týchto chodieb sú vyplnené nevytriedeným sutovo-hlinitým materiálom s ojedinelými balvanmi sivozelených sericitovo-chloridových paleozoických bridlíc. Steny sály a juhovýchodnej galérie sú ozdobené mnohými stalaktitmi, heliktitmi a jednotlivými kaskádovitými nátekmi. Zo severnej a juhovýchodnej galérie vytekajú dva potoky spájajúce sa pod závalom balvanov a odtekajúce do západnej galérie. Za pomoci pokusov vykonaných farbením vôd povrchových tokov fluoresceinom sa zistilo, že v oblasti útesu Družba existujú izolované puklinovo-krasové vodné toky. Rozložené sú vo vzájomnej (vertikálnej) vzdialenosti 5—10 m, križujú sa alebo dokonca tečú aj opačným smerom (obr. 3). Ich izolo-



Obr. 4. Systém krasových dutín bradla Bielych stien: A — plán; B — prierezy pozdĺž čiar 1—1 — 4—4. Jaskyne-ponory: 1 — Zagadka; Jaskyne-pramene: II — Belokamennaja; III — Žemčužnaja; IV — Velikolepaja

Рис. 4. Система карстовых полостей утеса Биелых стен: А — план; В — разрезы вдоль линий 1—1 — 4—4. Пещеры-поноры: 1 — Загарка; Пещеры-источники: II — Белокаменная: III — Жемчужная; IV — Великолепная

Fig. 4. System of Karst cavings in the Biele steny (White walls) cliffs: A — the plan; B — cuttings along the 1—1 — 4—4 lines. The cave-plunges: 1 — Zagadka; The cave-sources: II — Belokamennaja; III — Žemčužnaja; IV — Velikolepaja



Obr. 5. Jaskyňa-prameň Moločnyj kameň. Plán a priečez podľa čiary 1 — 1'. a — čiara zlomu; b — miesta s nálezmi zovretých medzi vápencami krýh sericitovo-chloritových bridlíc; v — karbonátové stalaktity

Рис. 5. Пещера-источник Молочный камень. План и поперечное сечение по линии 1—1'. а — линия разлома; б — места с находками, сжатых между известняками льдин серицито-вохлоритовых сланцев; в — карбонатные сталактиты

Fig. 5. The cave — the Moločný kameň source. The plan and cross-cutting along the 1 — 1 line a — the fault line; b — places with finds of cuts between the limestone traces of sericite-chlorite slates; v — carbonate stalactites

vanosť potvrdzujú aj teplotné, hydrochemické a biospeleologické údaje. (V. N. Dubljanskij, Ju. G. Šutov, 1968).

Päť vyvieračiek sa nachádza na južných, juhovýchodných a juhozápadných stráňach bradiel, 10—25 m pod úrovňou ponorov. Ich veľkosť sa tiež pohybuje v pomerne širokej škále (dĺžka 22—101 m, plocha 52—380 m^2, objem 100—1250 m^3). Najzaujímavejšia je jaskyňa Moločnyj kameň a komplikovaný systém Bielych stien pozostávajúci z troch jaskýň (obr. 4, 5). Jaskyňa Belokamennaja má priestranné okrúhle chodby, ktoré vznikli najmä pozdĺž puklín tohto súvrstvia, Jaskyne Prekrasnaja i Žemčužnaja sa vytvorili šikmo na sklon vrstiev a vykazujú komplikovanejšiu morfológiu. Nátekové kôry, vyskytujúce sa v rôznych častiach tohto systému, naznačujú niekoľko etáp jeho vyplňovania hlinou a karbonatickým materiálom. V dolnej časti chodieb, vo výklenkoch a kapsách, vyplnených hnedou hlinou, bolo objavené nálezisko stavovcov (najmä jaskynných medveďov) würmského obdobia (G. O. Bačinskij, I. V. Černiš, 1965; K. A. Tatarinov, G. A. Bačinskij, 1968). V puklinovo-krasových vodozberoch severného bradlového pásma nastáva kondenzácia vlhkosti. Avšak kondenzačná vlhkosť, ktorá je aktívnym faktorom sekundárneho modelovania krasových dutín, nehrá podstatnú úlohu pri tvorbe podzemných vôd (modul kondenzačného odtoku 0,024 l/s/km^2).

Skutočná rýchlosť podzemných krasových vôd vo vodných tokoch severného bradlového pásma je pomerne nízka (13,5—24,4 m/h). Ich chemické zloženie

vykazuje prevahu hydrokarbonatických, kalciovosodných vôd, ktorých mineralizácia je 250—300 mg/l. Pri prenikaní cez vrstvy vápencov sa mineralizácia podzemných tokov zvyšuje a dosahuje hodnotu až 360—390 mg/l, čo zodpovedá horizontálnemu gradientu vylúhovania 30 mg/100 m. V tom istom smere prebieha aj zvyšovanie ich teploty od 6,2 — 7,0 až do 8,8 — 8,9 °C (hydrotermický gradien 0,4°/100 m). Ukazateľ aktivity krasového procesu (podľa N. V. Rodionova) pre Ugoľský úsek činí 0,007 % za tisíc rokov a veľkosť krasovej denudácie predstavuje 21,8 mikrónov za rok.

Vek jaskýň severného bradlového pásma možno zatiaľ určiť len na základe všeobecnej geomorfologickej analýzy, pomocou porovnávania jaskynných úrovní jednotlivých jaskýň s úrovňami deviatich terás rieky Tereblja (A. V. Koževnikov, 1965), a to kyčerskou, podpoloninskou a poloninskou úrovňou denudácie (I. D. Gofštejn, 1964). Dobu vzniku najvyššie položených jaskýň treba pravdepodobne hľadať v období raného pliocénu až raného pleistocénu, Galérie jaskyne Družba na základe ich porovnania s úrovňami terás VIII — VII možno pokladať za útvar doby raného až stredného pleistocénu. Počínajúc od konca stredného pleistocénu väčšina krasových dutín prechádza do subaerálneho štádia vývinu.

Kras Karpatskej oblasti, v súvislosti so sporadickým vývinom a slabým osídlením územia, nemá zatiaľ podstatný vplyv na hospodársku činnosť človeka. Hlavnými formami inžiniersko-geologických výskumov tejto oblasti v priebehu najbližších rokov bude objavovanie minulých a súčasných krasových javov vo vápencových blokoch odkrytých v súvislosti s prácami v lomoch a baniach ($III^{c}_{.č,d}$), zriadenie kontroly nad využívaním krasových vôd obyvateľstvom (III_{20}, $III_{b,c,č}$), ochrana a účelné využívanie krasových priestorov (III_{20}).

IV. OBLASŤ ZAKARPATSKÉHO KRASU

Počas posledných dvoch desaťročí sa uskutočňovalo v rámci Zakarpatskej oblasti štrukturálne a výskumné hĺbkové vŕtanie spolu s výskumnými prácami geofyzikálneho charakteru (V. I. Kityk, V. I. Chomenko, 1974). Zakarpatský priehyb tvorí medzihorskú zníženinu. Slané sedimenty z veku horného tortónu, v ktorých prebieha krasový proces (tereblinské súvrstvie) sa rozprestierajú v Solotvinskej a Mukačevskej zníženine. Tereblinské súvrstvie, súdiac podľa prierezu Danilovského podperného vrtu, pozostáva z dvoch značných horizontov kamennej soli (intervaly 600—780 a 930—1014 m), ohraničených 150-metrovou vrstvou sľudových hlín s obsahom soli, postupne prechádzajúcich do zelenosivých hlín podkladového talaborského súvrstvia (nižný tortón). V normálnom uložení usadeniny tereblinského súvrstvia sa prekrývajú s modrastosivými hlinami solotvinského plásta, v ktorých sa pomerne často vyskytujú medzivrstvy kompaktných pieskovcov a dacitových tufov.

V priebehu procesu tektonických pohybov prekonali soľné horniny tereblinského plásta značné plastické deformácie, ktorých výsledkom bol vznik soľných zdvihov. V solotvinskej zníženine majú tieto zdvihy charakter úzkych záhybov, komplikovaných zdvihmi tvaru kupolí a zlomami. Vynikajú tu dve soľné anti-

klinály: Ťačevsko-solotvinská s dĺžkou asi 30 km (Solotvinský krasový rajón IV_{23} so Solotvinským (23a) a Ťačevským (23b) zdvihom krasového úseku) a Danilovsko-tereblinská s dĺžkou približne 28 km (Tereblinský krasový rajón IV_{22} s Danilovským (22c), Alexandrovským (22č), Tereblinským (22d) zdvihom krasového úseku), Novoselický krasový rajón IV_{21} s Ternovským (21f) zdvihom krasového rajónu. V Mukačevskej zníženine poznáme len jednu čiaru zdvihov soli so Zálužským (IV_g), Iršavským (IV_h) a Rakoveckým (IV_{ch}) zdvihom krasového úseku (B. N. Ivanov, 1969, 1972).

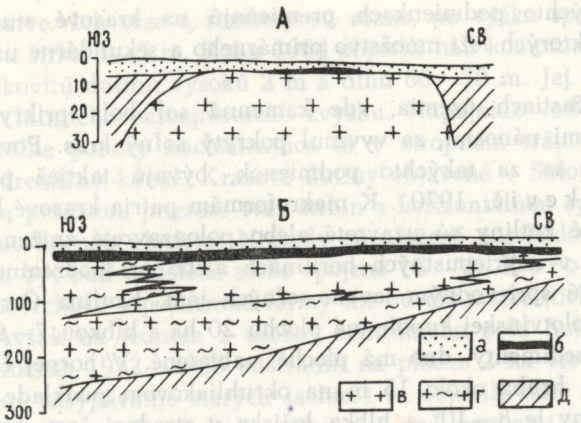
V súvislosti s charakterom vzájomných štrukturálnych vzťahov s prekrývajúcimi sedimentami sa soľné zdvihy delia na tri typové skupiny. Zdvihy s odkrytým jadrom tvaru jamy, ktorá má v hornej časti rozmer 0,0×0,7 (Solotvinský zdvih), 4,0×0,8 (Danilovský zdvih), 1,5×0,5 (Alexandrovský zdvih), 4,5×3,0 km (Tereblinský zdvih). Kryptodiapyrové zdvihy sú charakteristické tým, že soľné jadrá vyskytujúce sa v nich neprerážajú vrstvy ležiace nad soľou, len ich nadvihujú pozdĺž zlomov (Iršavský, Ťačevský, Ternovský zdvih). Diapyroidné zdvihy sú kryptodiapyry, v ktorých soľné jadrá, nadvihujúce prikryvné vrstvy, nekontaktujú s mladšími nadsoľnými vrstvami (Zálužský a Rakovecký zdvih).

Soľný kras bol preskúmaný predbežne len v rozmedzí Solotvinskej a Tereblinskej štruktúry.

Solotvinské ložisko sa nachádza v priestrannom údolí rieky Tisy na I. a II. inundačnej terase. Cez lokalitu pretekajú rieky Glod a Izvor. Klíma rajónu je mierne kontinentálna. Priemerné ročné množstvo zrážok je 870 mm. Zaregistrované maximum predstavuje 1294 mm. Priemerná ročná teplota vzduchu je +6,2 °C. Solotvinské soľné teleso predstavuje diapyr veľkého brachyantiklinálneho záhybu so zložitou tektonikou. Plocha soľného ložiska vystupujúceho na povrch je do 1,2 km^2. Kupola je asymetrická s miernejším severovýchodným (55 °) a strmšími ostatnými krídlami (do 85 °). Sklon spadá strmo do hĺbky 700—800 m a potom prechádza do úrovne plásta (V. M. Tašči, 1970). Jama pozostáva zo strmých monolitických vrstiev bielej alebo sivobielej soli obohatenej hlinitými časticami. Priemerný obsah nerozpustného zvyšku v soli je 3—4 %. Nad soľnou jamou leží príkrovný hlinitý útvar, keprok, tzv. *palag*, ktorého hrúbka sa pohybuje od 0—2 do 20—30 m. Pozostáva z primárnych, nevrstvovitých tmavosivých hlín a pieskovcovo-hlinitých zemín vytvorených v dôsledku krasovatenia soli, ako aj zo sekundárnych, prevrstvených pieskovcovo-hlinitých usadenín. Pri hrúbke nad 0,6 m predstavuje nadsoľný príkrov solotvinského ložiska už pomerne spoľahlivú vodoochrannú vrstvu. Hlinitý keprok je prikrytý aluviálnymi pieskovcovými a štrkovo-okruhliakovými vrstvami, ktorých hrúbka je od 2—3 do 45 m. Miestami hlinité vrstvy keproka chýbajú a okruhliaky sú uložené bezprostredne na vrstve soli (obr. 6c).

Na solotvinskom nálezisku sa vyskytuje väčšie množstvo povrchových a podzemných krasových foriem vzniknutých v dôsledku rozpúšťania soli za prírodných podmienok, ako aj v podmienkach aktivizácie tohto procesu antropogénnymi vplyvmi. V súčasnosti sa sotva tieto dva druhy krasových javov dajú od seba odlíšiť.

Na úsekoch, kde soľ bezprostredne vystupuje na povrch, sa vyvinul odokrytý



Obr. 6. Schematické geologické prierezy Solotvinskej soľnej štruktúry (A) i Domrovského ložiska draselných solí (B) (podľa G. V. Korotkeviča, 1970): a — aluviálne naplaveniny; b — hlinitá (hlinito-sádrová) čiapka; v — kamenná a draselná soľ; g — soľná vrstva; d — argylity, sádronosné hliny a anhydrity

Рис. 6. Схематические геологические поперечные сечения Солотвинской сольной структуры (А) и Домровского залежью калийных солей (В) (согласно Г. В. Короткевичу, 1970 г): а — аллювиальные наносы; б — глинистая (глинисто-гипсовая) верхушка; в — каменная и каличная соль; г — слой соли; д — аргеллиты, гипсоносные глины и ангидриты

Fig. 6. Schematic geological cross-cuttings of the Solotvinská salt structure (A) Dombrovský's layers of potassium salts (B) (according to G. V. Korotkevič, 1970): a — alluvial deposits; b — clayey (claye-gypsum) cover; v — stone and potassium salt; g — salt layer; d — argylites, gypsum bearing clayes and unhydrites

soľný kras. Podľa pozorovaní S. M. Korenevského (1961) a G. V. Korotkeviča (1970) povrchové krasové javy sú v týchto podmienkach zastúpené pomerne rozmanitým súborom makroforiem a mikroforiem. K makroformám patria krasové zábytky: soľné pyramídy, soľné tabule, soľné hríby, vysoké od 1—2 do 4—6 m a priemer je dva až trikrát menší. Na podnoží týchto útvarov vznikajú misovité a pohárovité korózne lieviky, ktoré sa často zlievajú dovedna a tvoria úzke krasové úžľabiny s dĺžkou niekoľko desiatok metrov a hĺbkou 5—6 m. Niekedy vznikajú za tých istých podmienok nad ťažobnými komorami soľných baní plytšieho založenia prepadliskové lieviky kónického tvaru s hĺbkou 10—12 m a s priemerom 20—30 m. Na povrchu soľných vrstiev a spomínaných makroforiem sme pozorovali najrozmanitejšie mikroformy. Soľný mach sa utvára v dôsledku výberového vylúhovania soli atmosferickými vodami; soľné zuby a soľné škrapy vznikajú pôsobením odtokov zrážkových vôd. Tieto mikroformy majú rozmery od 10 mm do 0,5—1,0 m a najintenzívnejšie sa utvárajú na plochách soli s určitým sklonom, teda oveľa zriedkavejšie sa vyskytujú na plochách horizontálnej a vertikálnej polohy. Na základoch soľných pozostatkových útvarov, na zvetraných úsekoch, ktoré už stratili svoju vodotesnosť, často vznikajú ponory. Ich rozmery (v priečnom priereze) spravidla nepresahujú 10—12 cm, orientáciu majú väčšinou vertikálnu. Ponory — hltače — vznikajú často aj nad nepríliš hlboko založenými baníckymi pracoviskami. Niekedy, i keď

zriedka, sa v týchto podmienkach premieňajú na krasové studne, s hĺbkou 5—6 m, na dne ktorých leží množstvo primárneho a sekundárne usadeného hlinitého materiálu.

Na určitých častiach územia, kde kamenná soľ bola prikrytá pórovitými, ľahko priepustnými nánosmi, sa vyvinul pokrytý soľný kras. Povrchové krasové javy, utvárajúce sa za takýchto podmienok, bývajú taktiež pomerne rôzne. (G. B. Korotkevič, 1970). K makroformám patria krasové kotliny, lieviky a jazerá. Krasové kotliny sú uzavreté alebo polouzavreté zníženiny s plochým dnom, vzniknuté v nepriepustných horninách alebo pri podzemnom vylúhovaní soli. Často bývajú sprievodným javom soľných jám. Kotlina Černoje boloto vo východnej časti solotvinskej kupole má plochu 20 ha s hĺbkou 7—9 m. Jej okraje tvoria aluviálne sedimenty, dno má ploché, zablatené. V hornej časti kotliny sa vyvinula rašelina hrubá okolo 15 m na okruhliakovom podklade. Sklon bočnej plochy soľnej jamy je 8—10° a hĺbka ložiska v strednej časti kotliny dosahuje až 40 m. Kotlina vznikla v súvislosti s vyluhovaním soli okolitými vodami. Po vyrovnaní povrchu vylúhovania a nahromadení dostatočného množstva hlinitých zvyškov sa proces krasovatenia prakticky prerušil. Krasové jazerá prislúchajú k štruktúrnym formám soľných kupolí zasiahnutých činnosťou človeka. Krasové jazerá v rajóne Terebľa (Danilov, Alexandrovka, Neresnica) vznikli v dôsledku zosypov pri baníckych prácach. Ich priemer je od 30—40 m do 200 m (Solotvinské jazero), hĺbka do 8,2 m. Horné časti strání jazerných kalichov pozostávajú z pórovitých, spravidla aluviálnych sedimentov.

Priepadliskové krasové jamy vznikajú v dôsledku zrútenia povál podzemných krasových dutín alebo (značne častejšie) povál ťažobných komôr. Ich priemer väčšinou nepresahuje 12—15 m a hĺbka je 8—10 m.

Suffúzne krasové jamy sa utvárajú v pórovitých vodopriepustných vrstvách pokrývajúcich soľné vrstvy; najmä však pri dostatočnom množstve zrážok alebo iných zdrojov zavodňovania pokrývajúcej vrstvy a pri existencii vertikálnej cirkulačnej zóny v soľnom telese (G. V. Korotkevič, 1970). Tieto krasové jamy majú tvar misy, ktorej priemer je 30—40 m alebo cirku s priemerom 10—14 m a hĺbkou do 3 m. Vytvorili sa v dôsledku baníckych prác robených vo vrstve zvetranej soli, ktorá sa nachádza blízko povrchu a preto ľahko prepúšťa vodu.

Podzemné krasové tvary v soli sa vyvinuli slabo. Tento fakt sa dá vysvetliť tým, že soľ sa rozpúšťa najmä v hornej časti kupole. Povrch bočných plôch kupole (aj keď tieto zostávajú v kontakte s vodopriepustnými a vodu obsahujúcimi horninami) je spravidla chránený od rozpúšťania soľankami tvoriacimi sa v hornej časti štruktúry. Preto soľné kupolovité štruktúry Zakarpatska nenesú na bočných stráňach znaky kontaktného rozpúšťania. Súčasne na mnohých miestach objavili pri ťažbe soli v Solotvine hydraulicky pospájané póry vylúhovania vo vrstve soli (s priemerom menej ako 2 mm) a kaverny (s priemerom viac ako 2 mm). Tieto útvary vznikli pravdepodobne počas tých diagnostických období, keď sa vrstva soli dostala do zóny zvetrávania. Soľné jaskyne sú teraz otvorené niektorými štólami. Vznikli v súvislosti s aktivizáciou pohybu soľných roztokov

vo zvetranej vrstve. Ich tvar a rozmery sú rôzne, no výška spravidla neprekračuje 1—10 cm a šírka 3—5 m. Roku 1964 objavili nad komorou č. 4 v Solotvinskej bani šošovkovitú dutinu vysokú 2 m a dlhú 60—70 m. Jej dno bolo pokryté tenkou vrstvou hlinitého nerozpustného zvyšku. Napájanie vodou sa uskutočňovalo cez vertikálne ponory nachádzajúce sa v stropnom tráme a soľný roztok odchádzal cez drenážny kanál. Krasové dutiny objavené v Solotvine v bani č. 8 majú vo svojom priečnom priereze tvar štrbín s horizontálnou spodnou a klenbovitou stropovitou hornou plochou. Niekedy sú uložené poschodovito, pričom tieto poschodia môžu byť buď oddelené alebo spojené (G. V. Korotkevič, 1970).

Pochované povrchové a podzemné formy nie sú charakteristické pre soľný kras Zakarpatska. Avšak na jednom z úsekov centrálneho poľa Solotvinskej lokality (na ktorom v rokoch 1932—1935 odstránili na ploche 2 ha vrstvu štrku a hlinitého príkrovu na zasypávanie starých šachiet) sa objavili staré povrchové útvary s výškou do 10—12 m, ktoré boli pochované pod vrstvami alúvia. V soľných skalách Solotviny sa vyskytujú staršie podzemné krasové dutiny vyplnené cudzím, nesoľným, pórovitým materiálom, v ktorom sa nachádzajú úlomky pieskovca.

Hydrogeológia solotvinského soľného telesa je veľmi zložitá (G. V. Korotkevič, 1964, 1970; V. P. Nikolišin, 1968; V. M. Taščі, 1970, 1971). Nadsoľné, pórové vody sa vyvinuli v naplaveninách terás Tisy. Ich filtračný koeficient obnáša od nejakých zlomkov m do 250 m za rok. Napájanie nadsoľných vôd sa deje atmosferickými zrážkami. Podľa chemického zloženia ide o hydrokarbonatické vápenato-horečnaté a chloridovo-sodíkové vody dávajúce pri mineralizácii od 0,1 do 180 g/l. Okolité soľné vody sú viazané na flyšoidnú vrstvu sedimentov obsahujúcich soľ. Filtračný koeficient sa mení od zlomkov m až do niekoľko m na dobu. Napájajú sa z atmosferických zrážok a z odtokov nadsoľných vôd. Ich chemické zloženie obsahuje chlorid sodný a ich hodnota mineralizácie sa pohybuje od 1,8 až do 323 g/l. Vo väčšej hĺbke a vo vzdialenosti od soľného telesa nastáva útlm puklinatosti, čím sa znižuje pohyblivosť vôd pri ich nepatrnom odtekaní do rieky Tisy. Vnútrosoľné pórové vody vypĺňajú krasové dutiny vzniknuté v dôsledku umelej aktivizácie pohybu pórových a puklinovo-pórových vôd pri baníckom spracovávaní soli. Sú to presýtené soľanky obsahujúce v značnom množstve rozpustený sírovodík.

Vysoká mineralizácia vôd kolujúcich neveľmi hlboko pod povrchom nie je dôkazom sťaženého kolobehu vody. Tieto vody sa zúčastňujú na výmene vôd s povrchom a podľa svojho chemického zloženia sú roztokovými vodami. Na úsekoch, kde sa vyvinuli soľné kupolové štruktúry, prebieha ohniskový kolobeh vody, ktorý pozostáva zo súčasného napájania horizontov infiltračnými vodami a z odtoku podzemných vôd spodných horizontov miocénu k horným (N. I. Radko, 1972). V dôsledku vykopania hlbokých šachtových jám odvádzajúcich vodu a ťažobných chodieb na rozličných úrovniach sa úpätnica pásma intenzívneho kolobehu vody v súčasnosti rozprestiera o 300 i viac m od povrchu. Do tej istej hĺbky sa môžu vyvíjať i krasové procesy v soli.

Hydrochemické výskumy umožnili v rozmedzí solotvinského náleziska vyčlenenie dvoch hydrochemických pásiem: 1. pásmo agresívnych vôd krasu, 2. pásmo slaboagresívnych vôd krasu. Pre ich rozlišovanie nám slúži koeficient charakte-

risticky (2 Cl — 2 Na/2 cl). V slaboagresívnych vodách jeho hodnota nepresahuje 35 . 10^{-4}, kým v agresívnych vodách dosahuje viac ako 60 . 10^{-4}. Ukazovateľ aktivity krasového procesu pre Solotvinské náleziska je 15 % za 100 rokov. (V. P. Nikolišin, 1968) alebo 0,26 % za rok (G. V. Korotkevič, 1970). Tieto číslice vypočítané pre jednotlivé šachtové polia ako integrálna charakteristika aktívnosti skrasovatenia Solotvinskej štruktúry, sú viditeľne prehnané.

Inžiniersko-geologické podmienky Zakarpatskej krasovej oblasti sú mimoriadne spletité. Zásadnou prekážkou efektívneho a bezpečného spracovania soľných ložísk je ich intenzívne skrasovatenie. V rokoch ťažby soli sa na týchto náleziskách v súvislosti s prielomom podzemných vôd zanechalo sedem šachiet v Solotvinskom rajóne a jedna šachta v Tereblinskom rajóne. Aby sa odhraničili miesta práce od prenikania nadsoľných vôd, prerazili sa prstencovité a priamočiare odvodňovacie chodby v dĺžke viac ako 7 km v piatich rozličných horizontoch na jednotlivých úsekoch. Nadsoľné krasové vody, pretekajúce odvodňovacími chodbami, vylievajú sa z nich v množstve dosahujúcom 700—800 tisíc m^3 za rok. Ich priemerná mineralizácia je 85 g/l, čo zodpovedá 60 tisícom t alebo 28 tisícom m^3 kamennej soli ročne. Skutočnosť, že doteraz sa vyčerpalo pomerne veľké množstvo m^3 kamennej soli, vyvoláva deformáciu bývalého povrchu a na ňom nachádzajúcich sa rôznych inžinierskych zariadení. Analýza boja s podzemnými vodami v šachtách Solotvinského náleziska privádza mnohých výskumných pracovníkov k záveru, že treba odstúpiť od plánu vybudovania uzavretého drenážového obvodu mimo rámec soľnej kupole. Zabezpečiť treba „prírodný krasový režim na nálezisku" (V. M. Taščі, 1970), využiť metódy protikrasového hydrozávesu a koltamáže krasových ciest (G. V. Korotkevič, 1970), pri projektovaní, výstavbe a ťažbe soľných šachiet sa opierať o komplex odborných hydrogeologických a inžiniersko-geologických pozorovaní a štacionárnych nálezov umožňujúcich zabezpečovanie a ekonomickú účelnosť ťažby soľných ložísk (V. P. Nikolišin, 1968; B. N. Ivanov, 1972). Žiaľ, doteraz niet dostatočne podložených úprav pre vypracovanie plánov podzemných prác pri spracovávaní kamenných a draselných solí, najmä pokiaľ sa to týka stanovenia hrúbky povalových a bočných celkov chrániacich pred vodou. Výskum priepustnosti soli v pásme hypergenézy na ložiskách určených na spracovanie sa všeobecne neuskutočňuje a ani v inštrukcii GKZ pre používanie klasifikácie zásob (1962) nie sú príslušné požiadavky odborne diskutované (G. V. Korotkevič, 1970).

V. KRASOVÁ OBLASŤ PRIKARPATSKA

Vnútorné tektonické pásmo Predkarpatského priehybu je vybudované značnými sedimentami hornej kriedy, paleogénu a miocénu, zvrásnených do zložitých asymetrických antiklinálnych záhybov, navalených na seba v severovýchodnom smere. Kamenné a draselné soli sú uložené v podobe plástov, súvrství a šošoviek uprostred pieskovcovo-hlinitých hornín vorotiščenského (nižný miocén), stebnického a balického (helvet) útvaru. Ložiská vrstvy obsahujúcej soľ sa sledujú po celej dĺžke Východných Karpát na čiare 280—300 km so šírkou pásma do 60 km a hrúbkou soľných plástov od 150 až do 600 m. Tieto ložiská sú značne

8590

dislokované a výstupy soli sa skúmajú vo forme pásiem severozápadnej orientácie v rajónoch Kaluša, Holyne, Velikoj Tury, Trostjanca, Strutina, Nižného, Perečinského, Dzvinjača, Starune a iných. Soľné šošovky sú uložené v hĺbke 20—40 m od denného povrchu pod príkrovom aluviálnych nánosov alebo pieskovohlinitých pôd. Najtypickejšie a dobre preskúmané sú Stebnické a Kalušské ložiská predstavujúce súčasť krasových rajónov toho istého mena. (V_{24}, V_{25}, B. N. Ivanov, 1965, 1972). Kras týchto rajónov patrí k druhu pokrytého krasu (B. N. Ivanov, 1961; A. I. Dzens-Litovský, 1966).

V Stebnickom ložisku draselných solí s plochou presahujúcou 7 km^2 vyniká množstvo priemyselných telies tvaru plástov a šošoviek. Tieto sú spravidla poskladané do záhybov a majú zložité obrysy. Často majú strmé uhly sklonu. Draselné soľné telesá pozostávajú zo silvinitových, kainitových, langbeinitových a miešaných draselných hornín striedajúcich sa s kamennou soľou, soľnými hlinami a pieskovcami. Rozsah jednotlivých telies v smere úklonu dosahuje 200—300 m aj viac; hrúbka vrstiev sa pohybuje od zlomkov do 100 m (G. V. Korotkevič, 1970). Sumárna hrúbka ložísk draselných solí je 400—450 m (až 10 % hrúbky neogénnych molás). V Stebnickom krasovom rajóne poznáme množstvo výstupov tzv. keprokov pozostávajúcich z úlomkov argylitov a hlín scementovaných soľou. Horné časti jednotlivých ložísk sa zničili v dôsledku krasových procesov. Amplitúda kolísania hladiny soľného zrkadla v Stebnickom ložisku dosahuje 20 i viac metrov. Zníženiny sú polouzavreté prechádzajúce jedna do druhej, inokedy — menej často uzavreté, miskovitého tvaru. Tieto nerovnosti soľnej hladiny sa na dennom povrchu spravidla neprejavujú.

Hydrologické podmienky ložiska sú pomerne zložité. V jeho medziach sa vyskytujú v hojnom množstve ako pórové, nadsoľné, tak aj vnútrosoľné, hydraulicky izolované (pochované) vody, ktoré sa vyvíjajú v pórovitých pásmach, puklinách a kavernách. Keď sa pôsobením baníckych prevádzkových prác nadviaže spojenie medzi nadsoľnými vylúhovacími roztokmi a vnútrosoľnými vodami nastáva možnosť vývinu intenzívneho podzemného krasu v hĺbke 200 m pod povrchom (S. S. Kozlov, 1971) a preniku nadsoľných vôd do miest prevádzky. Pokusy zabránenia týmto prelomom s pomocou tampónovania krasových kanálov alebo vytvorenia nepriepustných priehrad nie vždy majú úspech (G. V. Korotkevič, 1970).

V krasovom rajóne Kaluša je niekoľko ložísk draselných solí, spomedzi ktorých bolo najlepšie preskúmané Dombrovske ložisko (V. F. Zacharov, P. S. Bobko, 1959; V. P. Nikolišin, 1968; G. V. Korotkevič, 1970). V základoch prierezu ležia strednojurské a hornojurské sedimenty zastúpené aleurolitmi, ergylitmi, pieskovcami a vápencami. Nad nimi sú uložené hornokriedové sliene a slieňovité hliny s medzivrstvami pieskovcov. Na ich rozrytom povrchu spočíva miocénska vrstva helvétsko-dolnosarmatského veku (balická séria, baranovské vrstvy, sádrovcovo-anhydritová a haličská séria) pozostávajúca zo sádronosných hlín a anhydritov, soľných sedimentov a draselných solí. Draselné soli tvoria šošovku preskúmanú pozdĺž jej smeru v dĺžke 1,5 km a hrúbke do 120 m (obr. 6b). Soľné teleso pozostáva z langbeinitovo-kainitových hornín popretkávaných tenkými vrstvami kamennej soli a soľných hlín. Množstvo ne-

Knižnica MSK

rozpustného zvyšku v draselných soliach je priemerne 15,8 %. Šošovky draselných solí ležiace v šupinách zdvihov majú tvar komplikovaný tektonikou soli a v dôsledku toho uhly sklonu jednotlivých medzivrstiev dosahujú v nich 80—90 °. Horná časť soľného ložiska je zrezaná vylúhovaním. Horizontálna, vlnitá hladina soli na ploche asi 1 km^2 sa nachádza v hĺbke od 16 do 34 m. Nad ňou leží hlinito-sádrovcová príkrovná vrstva hrubá asi na 21 m, vytvorená vylúhovaním soli. Vo väčšine prípadov neprepúšťa vodu, avšak vo vrstve hlín sa vyskytujú „okná" vyplnené pieskovcovým a pieskovo-štrkovo-okruhliakovým materiálom. Práve cez tieto okná sa deje napájanie soľaniek nadsoľnými vodami, ale aj uvoľňovanie soľných roztokov na vyššie položených pieskovo-štrkovitých naplaveninách II. terasy rieky Lomnica. Pásma tohto uvoľňovania je ľahko určiť podľa nápadného stúpnutia mineralizácie nadsoľných vôd (až na 32 g/l namiesto obvyklých 1—3 g/l). Štrkovité nánosy prekrývajú piesčito-hlinité pôdy štvrtohorného veku v hrúbke 3—5 m.

Hydrogeologické podmienky Dombrovského ložiska sú charakterizované výskytom hojných nadsoľných pórových vôd v štrkoch vyznačujúcich sa pestrou mineralizáciou od 1,0—3,0 až do 32 g/l, vnútrosoľných, pórových, pórovo-puklinových a krasových vôd v tortonských hlinách popretkávaných medzivrstvami pieskovcov, v kriedových a jurských pieskovcoch a vápencoch. V priereze ložiska vystupujú dve hydrochemické pásma. Pre agresívne krasové vody je hodnota charakteristického koeficientu menej ako 0,2, kým pre slaboagresívne viacej ako 0,2 (V. N. Nikolišin, 1968). Ukazovateľ aktivity krasového procesu v podmienkach prírodného odtoku krasových vôd je 0,029 % za 100 rokov.

Draselná soľ vo vnútorných častiach ložiska je spravidla monolitická. Zvýšená vlhkosť, slabá priepustnosť vody a občas aj zvýšená filtračná schopnosť prezradzujúca sa pohlcovaním premývacích soľných roztokov pri vŕtaní jám, sa vyskytuje v horných zvetraných vrstvách soľných telies 30—50 m pod povrchom. No v podmienkach umelo vyvolanej cirkulácie agresívnych vôd sa tu chytro vytvárajú ponory, dokonca aj neveľké jaskyne.

Na pokusnom lome ložiska Dombrovského, vyhlbenom vo zvetranom pásme na 10—15 m, rýchlo vznikli krasové horizontálne chodby, rozložené na dne lomu, ktoré viackrát menia svoju polohu pri jeho hĺbení. Blízko okrajov lomu vznikla séria priepadliskových lievikov. Následkom toho sa ťažba soli na pokusnoprevádzkovom lome prerušila. Značne sa aktivizuje krasový proces aj pri hĺbení šachtových jám a odvodňovacích štôl. Pritom možno pozorovať zvyšovanie prítoku vody v štôlni a značné odsoľovanie agresívnych roztokov.

Do redakcie dodané 26. 5. 1975.

LITERATÚRA

1. ABELENCEV, V. I., 1950: O letučich myšach Zakarpatskoj i drugich zapadnych oblastej USSR. Tr. zoologičeskovo muzeja Kijevskovo gos. uh-ta, t. 2 K.

2. BAČISKIJ, G. O.—ČERNIŠ, I. B., 1965: Nove peščjorne misceznachoždeňja vykopnich chrebetnich v Ukrajinskich Karpatach. Don. AN USSR, Č. 5.

3. GAVRILENKO, E. S.—ŠTOGRIN, O. D.—ŠČEPAK, V. M., 1967: Strukturno-gidrogeologičeskoje rajonirovanije Sovetskich Karpat. V kn. „Materijaly UP sjezda KBGP", K., „Naukova dumka".

4. Geologija SSSR, t. CH UŠ, Karpaty. M., „Nedra", 1966.

5. Gidrogeologija SSSR. t. U. Ukrajinskaja SSSR. M., „Nedra", 1971.

6. GOFŠTEJN, I. D., 1964: Neotektonika Karpat. K., Izd-vo AN UCCR, 1964.

7. GOFŠTEJN, I. D., 1966: O fazach skladčatosti v Utesovoj zone Karpat. V kn. „Tektonika Karpat", K., „Naukova dumka".

8. DZENC-LITOVSKIJ, A. I., 1951: Karst soljanych mestoraždenij SSSR. M., Izd-vo AN SSSR.

9. DUBLJANSKIJ, V. N., 1967: Glubinnyj karst Ukrajinskich Karpat i ich severnovo abramlenija. V kn.: „Karpato-Balkanskaja geologičeskaja associacija", UŠ kongress, t. Š. Belgrad.

10. DUBLJANSKIJ, V. N., 1971: Genezis i gidrogeologičeskoje značenije krupnych karstovych polostej Ukrajiny. Avtoreferat doktorskoj dissertacii. Perm.

11. DUBLJANSKIJ, V. N.—ŠUTOV, JU. I.—ČERNYŠ, I. V., 1966: Karstovyje mosty Sovetskich Karpat i Pridnestrovskoj Podolii. Peščery, vyd. 6(7), Perm.

12. DUBLJANSKIJ, V. M.—ŠUTOV, JU. I., 1968: Pochodženija ta gidrogeologečni ososblivosti glibinnych karstovich porožnin Ukrajinskich Karpat. V kn: „Prirodni umovi ta prirodni resursi Ukrajinskich Karpat". K., „Naukova dumka".

13. ZACHAROV, V. F.—BOBKO, P. S., 1956: Gidrogeologija i geomorfologičeskije čerty Kalušskoj kotloviny v Prikarpatije. Tr. VINIG, vyd. 35.

14. IVANOV, A. A.—KORENEVSKIJ, S. M., 1958: Karstovyje javlenija v Solotvinskom mestoraždenii kamennoj soli. V kn.: „Materialy po geomorfologii", tr. VSETEI, L. Gosgeolizat.

15. IVANOV, B. N., 1959: Vazmožnosti dalnejževo zakarstovanija Solotvinskovo soljanovo mestoraždenija. Tr. Naučno-techn. soveščanija po vaprosam strojitelstva i ekspluatacii gornych predprijatich v složnych uslovijach. M. Ugletechizat.

16. IVANOV, B. N., 1961: Novejšie tektoničeskije dviženija i razvitie krasovych rajonov na Ukrajine. V kn.: „Četvertičnyj period", vyd. 13 — 15, K., Izd-vo AN USSR.

17. IVANOV, B. N., 1965 a: Opyt i zadači kompleksnych geofizičeskich karstologičeskich i gidrologičeskich issledovanij vlijanija karsta na poverchnostnyj stok. Inform. Bjull. „Geo fizika i astronomija", Č. 8, 1., „Naukova dumka".

18. IVANOV, B. N., 1965b: Problemy paleogeografii karsta na Ukrajine. V kn.: „Materialy po četvertičnomu periodu Ukrajiny", K., „Naukova dumka".

19. IVANOV, B. N., 1967: Osobennosti četvertičnovo karstoobrazovanija v gornych stranach Karpato-Balkanskoj systemy. V kn.: „Karpato-Balkanskaja associacija". UŠ kongress. t. 1. Belgrad.

20. IVANOV, B. N., 1969: Neoktonika i razvitie karsta na Ukrajine v četvertičnom periode. V kn.: „Materialy po četvertičnomu periodu Ukrajiny" K., „Naukova dumka".

21. IVANOV, B. N., 1969: Karst. V kn.: „Rešursy poverchnostnych vod SSSR", t. 6, Ukrajina i Moldavija, vyd. I., Gidrometeoizdat.

22. IVANOV, B. N., 1970: Strukturno-geomorfologičeskije issledovanija i izučenie neotektoniki karstovych rajonov Ukrajiny. V kn.: „Materijaly Charkovskovo otd. geogr. o-va Ukrajiny", vyp. 9.

23. IVANOV, B. N., 1972: Karta rasprostranenija zakarstovannych parod i karstovych javlenij Ukrajiny i Moldavii. V kn.: „Materijaly zonalnovo soveščani po gidrogeolog. i inžen. geologii", Minsk, „Nauka i technika".

24. KITYK, V. I.—CHOMENKO, V. I., 1974: Soljanaja tektonika Sovetskovo Zakarpatja i jejó svjaz so strukturoj podmolevovo doža i domiocenovovo fundamenta. Materialy UŠ i ICH sjezdov Karpato-Balkanskoj geologičeskoj associacii, „Naukova dumka", K.

25. KOŽEVNIKOV, A. B., 1965: Novoje o geologii i novejšej tektonike meždurečija Terebli i Riki. Vestnik MGU, serija geolog., Č. 2.

26. KOZLOV, S. S.—LIPNICKIJ, V. K.—CHOĎKO, A. E., 1971: O gidrodinamičeskoj gidrogeochimičeskoj vzajimnosvjazi podzemnych vod solenosnych atloženij i nadsolevych parod.

Slovenské múzeum ochrany prírody
a jaskyniarstva
031 01 Liptovský Mikuláš

V kn.: „Galogennyje formacii Ukrajiny i svjazannyje s nimi poleznyje iskopajemyje", K., „Naukova dumka".

27. KOLJUŠEV, I. I., 1958: Materialy po letučim myšam Zakarpatja. Nauči. zap. Užgorodskovo un-ta, cerija biolog. t. 32.

28. KORENEVSKIJ, S. M., 1955: Soljanoj karst kak faktor abrazovanija nekatorych dolin Verchnetissenskoj kotloviny. Tr. VNIIG, byp. XXX.

29. KORENEVSKIJ, S. M., 1956: Soljanoj karst Verchnetissenskoj kotloviny. Tezisy doklada na naučnom soveščanii po izučeniju karsta, vyp. P., Perm.

30. KORENEVSKIJ, S. M., 1956: K morfologii i genezisu karstoprojavlenij soljanokupoľnych struktur, Tr. VNIIG, vyp. Goschimizdat, L.

31. KORENEVSKIJ, S. M., 1957: Nekatoryje vaprosy geologii i genezisa kalijnych zaležej Prikarpatja. Geol. sborn. Ľvovskovo geolog. ob-va, Č. 4.

32. KORENEVSKIJ, S. M., 1961: Solianoj karst Verchnetissenskoj katloviny. V kn.: „Refionaľnoje karstovedenie", M., Izdvo AN SSSR.

33. KARŽENEVSKIJ, B. O., 1970: Rajonyvanija karstu Ukrajiny. Dapavidi AN URSR, B, Č. 1.

34. KARŽENEVSKIJ, B. A., 1972: O tipach karsta platformennoj časti Ukrajiny i Karpat., V kn.: „Prablemy gidrogeologii i inžen. gruntavedenija" Č. 2, K., „Naukova dumka".

35. KARTOTKIEVIČ, G. V., 1970: Solianoj karst, 1. „Nedra".

36. NIKOLIŠIN, B. P., 1964: Karst v umovach Solotvinskovo radovišča kamjanoj soli. Visnik Kijevskovo untu, cerija geol. ta geog., Č. 5.

37. NIKOLIŠIN, V. P., 1964: Asobennosti karsta i barba s jevo prajavlenijami v uslovijach šachty Č. 8 Solotvinskovo solianovo rudnika. Tr. Ukrnin soľ vyp. 7(15), M., „Nedra".

38. NIKOLIŠIN, V. P., 1967: Vlijanije razrabotak Solotvinskovo solijanovo rudnika na razvitije karsta. Tr. Vniig, vyp. 58.

39. NIKOLIŠIN, V. P., 1968: Gidrogeologija karsta salijanych mestoraždenij. Avtoreferat dissertaciji, K.

40. POPOV, I. V., 1965: Inženernaja geologija SSSR. Izd-vo MGU, M., č. P.

41. RAĎKO, N. I., 1972: Uslovija vadaobmena v paradach Zakarpatskovo vnutrennijevo pragiba. V kn.: „Prablemy gidrogeologiji i inženernavo gruntovedenija", k., „Naukova dumka", vyp. 2.

42. TATARINOV, K. A.—BAČINSKIJ, G. A., 1968: Peščernyje zachranenija pliacenovych i antrapagennych pazvonočnych v zapadnych ablastijach Ukrajiny. Bijull. Mojip, otd. biol., t. 73(5).

43. TAŠČI, V. M., 1970: Gidrogeologičeskije uslovija Solotvinskovo mestoraždenija kamennoj soli i nekatorije rekamendacii pa vaprosy daľnejšej jevo expluatacii. Tr. Vnij salijanoj pramyšlennosti, vyp. 10(18).

44. TAŠČI, V. M., 1971: Gidrogeologičeskije asobennosti salijanych kypolov Zakarpatija, V kn.: „Galagennyje farmacii Ukrajiny i sviazannyje s nimi paleznyje iskopajemyje", K., „Naukova dumka".

45. CIS, P. M., 1964: Karotkij aglijad sučasnich geomorfologičnich javišč na territorii zachidnich oblastej URSR. Visnik Ľvivskavo derž. un-tu serija geogr., Č. 2.

46. ČERNIŠ, I. V., 1964: Karstovy peščery Zakarpatija. V kn.: „Acharanijajmo pryrody", Užgorod.

КАРСТОВЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В СОВЕТСКИХ КАРПАТАХ

В. Н. Дублияский

Резюме

На территории советских Карпат выделяются три карстовые области, обозначенные на плане I как III, IV и V. Эти области подразделяются на многочисленные подобласти и районы.

Slovenské múzeum ochrany prírody
a jaskyniarstva
031 01 Liptovský Mikuláš

III карстовая область Карпат занимает утесообразные горные образования в Восточных Карпатах, сложенные доломитами и доломитными известняками среднего триаса и юрского периода. На поверхность они выходят лишь в виде ядер антиклинальных складок или в виде отдельных утесообразных образований. В Перечинской карстовой области обнаружены углубления с интенсивной циркуляцией подземных карстовых вод ниже уровня базы эрозии. На левом берегу реки Боржава, между деревнями Дагве и Задне, обнаружены воронки, заполненные дерном (III). Более всего был изучен карст между реками Тереблы и Тересвы (Утесовый район 111_{20}), где в отвесных стенах юрских известняков образовались желобовидные царапины, а на северных стенах утесов и подводные полости длиной 10—35 м. В средней и верхней части утесов известны 4 открытые пещеры длиной 15—220 м. С точки зрения морфологии самой интересной является пещера Дружба (рис. 2), вход к которую создает разрушенное воронкообразное углубление, проходящее колодцем в юрских известняках глубиной в 20 м, которые заканчиваются больших залом. Под ней расходится несколько корридорёов, украшенных сталактитами и каскадообразными натёками. На южных, юго-восточных и юго-западных сторонах утёсов находится пять сталакмитовых образований в виде каменных источников. Из пещер самой интересной является Молочный камень и сложная система Белых стен, состоящая из трех пещер (рис. 4, 5). Пещера Белокаменная имеет просторные, овальные коридоры, образовавшиеся в основном вдоль щелей. Пещеры Прекрасная и Жемчужная образовались в направлении, пересекающем линию падения складок. В нишах пещер найдены кости позвоночных вюрмского периода (прежде всего пещерных медведей). Показатель активности карстового процесса (согласно Н. В. Радионова) для Угольского участка составляет 0,007 % на тысячу лет, а величина карстовой денудации представляет 21,8 микрон в год. Возраст пещер можно определить по соотношению их уровней с уровнями речных террас реки Теребли. Выше всех расположенные пещеры образовались в конце плиоцена — в начале плейстоцена. Галерея пещеры Дружба возникла в начале — в середине плейстоцена.

IV карстовая область Закарпатья включает в себя Солотвинскую и Мукачевскую низменность в междугорье. Она связана с солевыми отложениями тортонского века. Сольной карст был изучен лишь на пространстве между Солотвинской а Тереблинской структурами. Солотвинское месторождение находится в долине реки Тисса на 1 и 2 инундационной террасах. Площаяь соляного месторождения, выходящего на поверхность, составляет 1,2 км^2 и представлена отвесными монолитными слоями белой, серо-белой соли с включениями частиц глины. Над соляным залежами лежит покровное глиняное образование кепрог, так. наз. палаг, толщина которого изменяется в пределах 2—30 м. Оно сложено первичными темно-серыми глинами без слоистости и песчано-глинистыми почвенными породами, которые прикрыты аллювиальными песками и щебнем (рис. 6а).

В солотвинском соляном карсте большое количество поверхностных и подземных карстовых образований, образованных растворением соли. В местам, кде соль выходит прямо на поверхность образовался открытый карст. Поверхностные макроформы представлены соляными пирамидами, соляными досками и соляными грибами, высота которых достигает 4—6 м, ширина же в 2—3 раза меньше. У подножия этих образований возникают мисообразные и стаканообразные коррозийные углубления, которые часто переходят в узкие карстовые ущелья глубиной 5—6 м. Среди миркоформ необходимо выделить соляной мох, который возникает путем селективного вымывания соли атмосферными водами. Соляные зубы и соляные желоба образуются при стоке осадочных вод по слабо наклоненных соляных плоскостях. Их высота 0,1—100 см. У подножия соляных слоев создаются небольшие отверстия диаметром 12 см, которые отводят поверхностную воду в глубину. Постепенно они превращаются в карстовые колодцы глубиной 5—6 м.

К макроформам относятся и Карстовые котловины. Это закрытые или полузакрытые опущенные места с плоским дном, которые образовались при подземном вымывании соли. Котловина Черное болото имеет площадь 20 га и глубину 7—9 м. Карстовые озера Данилов, Александровка и Пересница возникли в результате обвалов вследствие горных работ. Их размеры 30—200 м, а глубина 8 м (Солотвинское озеро).

Люкообразные воронки образуются при обвале потолков подземных карстовых полостей

или чаще всего потолков горных разработок. Их ширина не превышает 12—15 м, а глубина 8—10 м.

Карстовые суффозные воронкообразные углубления образуются в пористых водопропускающих слоях, покрывающих соляные отложения. Они имеют форму миски с диаметром 30—40 м и глубиной до 3 м. Возникают они при горных работах, проводимых в слое находящемся под поверхностью выветренной соли.

Подземные карстовые образования в соли представлены слабо. Это можно объяснить тем, что соль лучше всего растворяется в верхней части соляной залежи. Соляные пещеры были открыты несколькими шурфами. Возникли они за счет активизации в движении соляных растворов в выветренном слое. Их высота не превышает 10 см, а ширина 3—5 м. В 1964 году в Солотвинской шахте обнаружили линзообразную полость длиной 70 м и высотой 2 м. Вода сюда поступала через вертикальные углубления в потолочных слоях, а соляной раствор вытекал через дренажный канал. В Солотвинском карсте после удаления слоя глины и щебня был обнаружен скрытый карст. В соляных скалах Солотвины обнаружены и более старые подземные карстовые полости, заполненные посторонним пористым материалом. Высокая минерализация вод, циркулирующих неглубоко под поверхностью, не является доказательством затрудненной циркуляции вод. Показатель активности карстового процеса для Солотвинского участка 15% в 100 лет или 0,26% в год.

V карстовая область Прикарпатья связана с существованием каменных и калийных солей, залегающих в виде отдельных слоев, нескольких слоев в линз в песчано-глинистых горных породах нижнего миоцена и гельвета. Самыми типичными и хорошо изученными являются Стебницкие и Калушские залежи ($У_{24}$, $У_{25}$). Карст этих районов относится к типу прикрытых карстов. В каменоломне Домбровского месторождения возникли карстовые горизонтальные корыроды, которые изменяют свое положение при углублении каменоломни. На краю каменоломни возникла серия люкообразных углублений. Показатель активности карстового процесса в условиях природного оттока карстовых вод составляет 0,029% в 100 лет.

K OTÁZKE VÝSKYTU PRAVÝCH TROGLOBIONTOV V SLOVENSKÝCH JASKYNIACH

JÁN GULIČKA

In der Studie wird eine neue Art von Höhlenafterskorpion beschrieben, die in den Höhlen des Slowakischen Karstes aufgefunden wurde. Der Autor bringt eine knappe Diagnose, bestimmt ihre verwandschaftlichen Beziehungen zu anderen karpatischen Arten der Untergattung Blothrus und rekapituliert die bisherigen Kenntnisse über die Geographie und die Phylogenese dieser Untergattung.

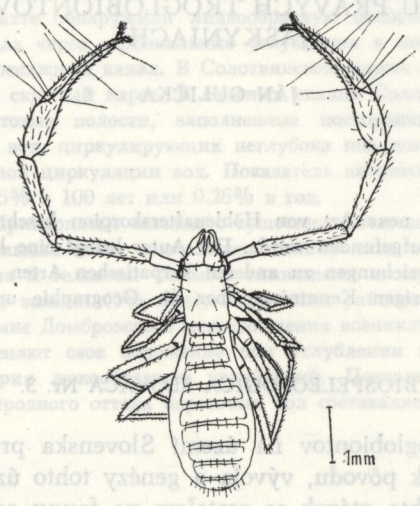
BIOSPELEOLOGICA SLOVACA Nr. 3.

Zistenie pravých troglobiontov na území Slovenska predstavuje dôležité doklady pri riešení otázok pôvodu, vývoja a genézy tohto územia a má aj značný význam pri riešení týchto otázok so zreteľom na faunu celého karpatského horského systému a jeho vývojových vzťahov k faune veľkých vývojových centier v Stredomorí (bývalé pevniny severnej a južnej Egeidy v treťohornej dobe). Už v súhrnnej práci o faune slovenských jaskýň sme poukázali (Gulička, 1975) na okolnosť, že oblasť Západných Karpát predstavuje územie, kde sa dodnes zachovalo len málo jaskynných živočíchov charakteru troglobiontov alebo eutroglofilov. Z týchto ekologických skupín jaskynnej fauny cenné, prípadne aj nové poznatky môžeme aj u nás očakávať najmä v kmeni článkonožcov *(Arthropoda)*, ktoré aj v oblastiach s veľkým bohatstvom a rozvojom pravej jaskynnej fauny (Mediterránna oblasť od Španielska a južného Francúzska až po Balkánsky poloostrov, Krym a Kaukaz) tvoria hlavnú masu troglobiontov z rôznych tried a radov.

Jedným z dôležitých radov v tomto smere sú z pavúkovcov najmä šťúriky *(Pseudoscorpionida)*. V ich fylogenéze sa prejavil veľmi markantne vývojový smer k jaskynnému životu. Niektoré jaskynné vývojové línie šťúrikov sú zrejme veľmi staré aj z geologického hľadiska a vo všeobecnosti sa vyznačujú všetkými biologickými znakmi pravých jaskynných živočíchov. K takým znakom jaskynných šťúrikov patrí podľa viacerých autorov (Lapchov, Beier, Chamberlin, Malcolm, Vandel a i.) najmä to, že pigment tela sa stráca (teda majú typické depigmentované telo), redukujú a zanikajú im oči (spravidla najprv zaniká zadný pár očí, neskôr predný pár očí, ktoré sú z hľadiska fylogenetického

staršie), predlžujú sa telesné prívesky (nohy, palpy), pričom sa stávajú aj neobyčajne štíhlymi. Konečne aj to, že kavernikolné šťúriky v porovnaní so zástupcami im príbuzných povrchových šťúrikov sú formy zakrpatené (jaskynný nanizmus, napr. podrod *Neochthonius)* alebo naopak, formy zväčšené (jaskynný gigantizmus).

Uvedené fylogenetické znaky starých pravých jaskynných šťúrikov si môžeme dobre demonštrovať aj na priloženom obrázku nášho významného jaskynného šťúrika (obr. 1).



Obr. 1. Šťúrik jaskynný, Neobisium (Blothrus) slovacum Gulička sp. n. Zväčš. 13,5 ×
Abb. 1. Der slowakische Höhlenafterskorpion, Neobisium (Blothrus) slovacum Gulička sp. n. Vergr. 13,5 ×
Tab. 1. Pseudoscorpion Neobisium (Blothrus) slovacum Gulička sp. n. Gross. 13,5 ×

Fylogenetický vek kavernikolných šťúrikov (B e i e r, 1940, 1949, 1963; V a n d e l, 1964) sa líši podľa rôznych rodov. V Európe väčšina jaskynných šťúrikov patrí do troch rodov: *Chthonius* K o c h, *Neobisium* C h a m b; (jaskynné druhy patria do podrodu *Blothrus)* a *Roncus* K o c h (jaskynné druhy sa zaraďujú do podrodu *Parablothrus).* Z uvedených šťúrikov sú pomerne mladého, zväčša recentného veku najmä zástupcovia z rodu *Chthonius* (okrem niektorých špecializovaných foriem). Ich už spomínané jaskynné príznaky veľmi fluktuujú a vyznačujú sa aj rozsiahlou individuálnou variabilitou. Pokročilejšie v tomto smere (a teda aj fylogeneticky staršie) sú ďalšie dva podrody *Blothrus* S c h i ö d t e a *Parablothrus* B e i e r. V týchto podrodoch pozorujeme niekoľko vývojových línií. Niektoré sú málo špecializované na jaskynný život, iné sa zas vyznačujú vysokou modifikáciou práve na toto prostredie. Súhrnne však môžeme povedať, že pôvod všetkých týchto jaskynných druhov a foriem môžeme odvodzovať od povrchových druhov dosiaľ žijúcich v Európe.

Krajným príznakom, a pravdepodobne fylogeneticky najstarším, sú niektoré

endemické jaskynné rody šťúrikov v Európe, patriace do čeľade *Syarinidae*, ktoré nemajú dnes v Európe povrchovo žijúce druhy. Preto ich môžeme pokladať za akési „živé skameneliny" (living fossils) európskej fauny, predstavujúce zvyšky starej tropickej fauny, ktorá sa vyskytovala v mediteránnej oblasti. K takým rodom patria (Vandel, 1964): *Troglochthonius* Beier (Dalmácia), *Troglobisium Beier* (Katalánsko), *Pseudoblothrus* Beier (Alpy, Jura, Krym) a *Hadoblothrus* Beier (južné Taliansko).

V Európe zasahujú najďalej na S najmä spomenuté podrody *Parablothrus* a *Blothrus*. Tieto troglobiontné šťúriky sa vyskytujú v krasových oblastiach južnej Európy (aj na niektorých ostrovoch v Stredozemnom mori, napr. na Korfu, Kréte a i.). Na S zasahujú v západnej a strednej Európe len do južnejších oblastí (Causses, Basses-Alpes, do južnej okrajovej zóny talianskych Álp, Kranska a Chorvátska). Severne od Dunaja sa vyskytujú v Južných Karpatoch a v Sedmohradsku. Ďalej na V sa tiež vyskytujú aj na Kryme (pohorie Čatyr-Dagh) a na Kaukaze.

Fauna šťúrikov na Slovensku je pomerne málo preskúmaná. Vyplýva to nielen zo starších prác (Daday, 1900), ale aj z prác posledného a súčasného obdobia (Beier, 1963, Verner, 1971).

Z viacerých hľadísk (zoogeografického, fylogenetického, z hľadiska procesov speciácie v subteránnom prostredí karpatského horského systému a pod.) je zaujímavá otázka výskytu slepých, t. j. pravých jaskynných šťúrikov na Slovensku, teda v najsevernejšej časti rozsiahleho oblúka Karpát; možno konštatovať, že dosiaľ sa na Slovensku nenašli zástupcovia zo skupiny pravých troglobiontných šťúrikov. Charakteristické v tomto smere je konštatovanie K. Holdhausa (1954 : 231) v jeho syntéze o vplyve ľadových dôb na faunu Európy, kde o severnej časti karpatského oblúka píše: „In den Grotten der Ost- und Nordkarpathen wurden blinde Pseudoscorpione bisher nicht gefunden". Podobne ani M. Beier (1963) vo svojom kľúčovom spracovaní šťúrikov celej Európy neuvádza nijaké pravé jaskynné druhy zo Slovenska. P. Verner (1971) v kľúči československých šťúrikov tiež nemá z československých jaskýň nijakého slepého šťúrika, len pripomína, že z typicky jakynného podrodu *Blothrus* Schiödte „je možný na Slovensku jen druh *Neobisium (Blothrus) minutum* (Tömösváry, 1882), známý z jeskyň v Maďarsku". K tomu treba dodať, že uvedený druh je známy len z jaskýň Rumunska (pri Mehadii); podobne píše aj M. Beier (1963 : 163) o výskyte tohto druhu v „SO — Ungarn"; uvedená poznámka P. Vernera o možnom výskyte na Slovensku „len" tohto druhu sa zdá predčasná aj preto, že zo slepých jaskynných druhov podrodu *Blothrus* sú nášmu územiu bližšie výskyty ďalších druhov na území severného Sedmohradska (Bihorské vrchy, Munti Apuseni), lebo táto oblasť Sedmohradska je od územia Slovenského krasu vzdialená len cca 250 km vzdušnou čiarou, kým oblasť Banátu, kde leží Mehadia a odkiaľ je známy druh *Neobisium minutum*, je vzdialená od Slovenska vzdušnou čiarou okolo 430 km, teda je to takmer dvojnásobná vzdialenosť. Tento predpoklad potvrdil aj nález nového druhu *Blothrus* na Slovensku a jeho systematické vzťahy k uvedeným sedmohradským druhom, menej k druhu *Neobisium minutum*.

Z územia dnešného Maďarska (Szalay, 1968) zatiaľ nepoznáme nijakých zástupcov podrodu *Blothrus*. Je však pravdepodobné, že náš nový druh sa nájde v priľahlej časti maďarských krasových terénov ležiacich oproti Slovenskému krasu. Nasvedčuje tomu aj výskyt rôznych troglobiontov a eutroglofilov na tomto území, (napr. *Mesoniscus graniger* Friv., *Plusiocampa spelaea* Stach, *Eukoenenia vágvölgyii* Szalay, *Porrhomma profundum* M. Dahl. atď.). Podľa Beiera (1963) a Strouhala (1961) sa v Rakúsku vyskytuje v jaskyniach výlučne jeden poddruh *Roncus stussineri carynthiacus* Beier, známy v Korutansku z Eggerlochu pri Villachu, z Hundshöhle na Rabenbergu, v Kransku sa vyskytuje poddruh *Roncus stussineri stussineri* (Simon); teda v celej rozsiahlej oblasti rakúskych Álp sa dosiaľ vôbec zistil jediný zástupca podrodu *Blothrus!* (N. aueri Beier na Almbergu).

Oproti stavu v oblasti východných Álp poznáme z oblasti Karpát, okrem iných, už dávnejšie troglobiontné šťúriky len z rumunských Karpát (Južné Karpaty, Sedmohradsko). Vyskytuje sa tu podrod *Blothrus*, ktorého centrum areálu s prevažným počtom druhov a poddruhov leží v oblasti Balkánskeho polostrova a v mediteránnej oblasti. Karpatskí zástupcovia sú pravdepodobne zvyškami starej terciérnej jaskynnej fauny, ktorá vznikla v geologických dobách, keď existovalo pevninové spojenie územia severnej Egeidy s oblasťou Južných Karpát a Sedmohradska. Z rumunských Karpát sú známe tieto druhy:

1. *Neobisium (Blothrus) minutum* (Tömösváry, 1882): Mehadia.
2. *Neobisium (Blothrus) brevipes brevipes* (Frivaldsky, 1865): početné jaskyne v Bihorských vrchoch, až po Južné Karpaty (okolie Baile Herculane a Mehadie).
3. *Neobisium (Blothrus) brevipes montanum* Beier, 1939: troglofilný druh, Bihor, Turda.
4. *Neobisium (Blothrus) leruthi* Beier, 1939: Bihor, Turda.
5. *Neobisium (Blothrus) maxbeieri* Dumitresco et Orghidan, 1970: Grotte de Topolnita.
6. *Neobisium (Blothrus) closanicum* Dumitresco et Orghidan, 1970: z Južných Karpát v okolí Closani (a množstvo ďalších lokalít).

Poznámka: autori udávajú druh gramaticky nesprávne ako „*N. closanicus*".

Z uvedeného vidno, že v tejto časti Karpát (dokonca na tej istej lokalite alebo na veľmi blízko ležiacich lokalitách) sa vyskytujú dva alebo viac druhov jedného podrodu, čo by mohlo naznačovať sympatrickú speciáciu v procese vývoja jaskynnej fauny v tejto časti Karpát. Je však možné, že vývoj týchto druhov sa uberal allopatrickou cestou, pričom izolačne pôsobilo oddelenie jednotlivých jaskynných systémov a ich obývajúcich populácií šťúrikov navzájom po dlhé obdobie. Tieto otázky však vyžadujú ďalšie hlbšie taxonomické, faunistické a zoogeografické štúdium.

V ostatných častiach Východných Karpát a Polonín nepoznáme nijaké pravé troglobionty z podrodu *Blothrus* a ani iných pravých jaskynných šťúrikov. Preto je z hľadiska zoogeografického a vývojového významu nález nového troglobiont-

ného druhu z podrodu *Blothrus* v Slovenskom krase, t. j. už v oblasti Západných Karpát. Zatiaľ sa o jeho celkovom rozšírení v krasových územiach Západných Karpát nemôžeme vyjadriť, pretože druh poznáme dosiaľ len z jednej lokality. Pravdepodobne bude zistený aj na iných miestach. Jeho získanie (podobne ako zber aj iných jaskynných pravých šťúrikov) úzko súvisí s relatívnou vzácnosťou. Pravdepodobne ide o formy viazané na úzke štrbiny a litoklázy so špeciálnymi životnými podmienkami, odkiaľ sa len vzácne dostávajú do väčších priestorov a podzemných dutín dostupných pre človeka. V každom prípade náš nález nesporne posúva areál troglobiontného podrodu *Blothrus* zatiaľ na najsevernejšie miesto v Európe do severnej oblasti Západných Karpát a je dôležitým dokladom vývoja a genézy fauny tohto územia, ako aj dokladom tézy o existencii troglobiontnej fauny v tejto, od mediteránnej oblasti najvzdialenejšej, časti celého karpatského oblúka.

Neobisium (Blothrus) slovacum sp. n.

Veľkosť: dĺžka tela (bez pálp) dosahuje 4,5—5 mm, z čoho na abdomen pripadá 1,5 mm. Šírka carapaxu je 0,7—0,8 mm (celkový obr. 1).

Farba tela je žltkastá (také sú aj nohy a abdomen); carapax, chelicery a palpy sú svetlohnedé až ryšavé. Predný okraj carapaxu je lemovaný úzkym hnedým pásikom, podobne aj predný okraj ruky chelicer; náznaky tmavšieho úzkeho hnedého lemu sú aj na kĺboch kox, trochanterov a femurov. Podobne aj tergity abdomenu sú trochu tmavšie (oproti ostatným častiam abdomenu).

Epistom nie je vyvinutý, predný okraj carapaxu je v prostrednej časti len mierne vypuklý dopredu (v miernom oblúku), čím sa líši od iných karpatských druhov podrodu *Blothrus*.

Nohy sú pomerne dlhé, najmä oba zadné páry (zadný pár nôh siaha časťou koxa — femur do 3/4 dĺžky abdomenu). 1. a 2. pár nôh sú kratšie. Predné výbežky kox 1. páru nôh majú tvar roztvorených zubovitých výbežkov smerujúcich napred. Na koxách a trochanteroch nôh nie sú zreteľne vyvinuté zubovité výbežky alebo tŕne.

Carapax je zreteľne dlhší ako široký a na zadnom okraji má 4 brvy. Obrvenie na tergitoch abdomenu: 4, 4, 5, 5, 5, 6, 6, 7, 6, 6.

Chelicery majú dĺžku 1,05 mm, šírku 0,45 mm. Na pohyblivom prste chelicer v distálnej časti je vyvinutý silný kužeľovitý zub.

Palpy sú značne pretiahnuté, štíhle, ich dĺžka prevyšuje dĺžku tela. Rozmery palpu (v mm):

	femur	tibia	ruka	prst
dĺžka	1,85	1,55	1,2	2,05
šírka	0,2	0,25	0,4	

Trochanter palpov sa vyznačuje hrboľom, ktorý je len slabo naznačený. Femur palpov nemá násadec, preto nasadá na trochanter celou svojou šírkou. Tibia

palpov sa smerom k distálnym slabo zužuje. Prst palpov je dlhší ako femur, zúbky prsta sú pomerne silné, ich hroty sú zaoblené, pričom niektoré zúbky prsta sú o niečo väčšie od ostatných.

Tibia palpov je šesťkrát dlhšia ako široká (druh *Neobisium brevipes* 5,4—5,7×). Femur palpov je dlhý, asi 8—9× dlhší ako široký (pri *Neobisium brevipes* 7,6×). Ruka palpov je pretiahnuto-oválna, 3× dlhšia ako široká. Ruka palpov (bez násadca) dosahuje menej ako 2/3 (ale viac ako 2/4) dĺžky prsta palpov.

Trichobothrie: vzdialenosť trichobothrií ib — esb je 2× väčšia, vzdialenosť medzi trichobothriami isb — esb 7× väčšia ako vzdialenosť medzi trichobothriami esb — eb. Na distálnom konci nepohyblivého prsta palpov trichobothrie est a et ležia blízko seba, kým trichobothria it leží o niečo ďalej smerom terminálnym.

Nový druh má klasické náleziskо v Slovenskom krase (Plešivská planina), odkiaľ pochádzajú typické exempláre. Názov druhu je odvodený od náleziska (Slovenský kras).

PRÍBUZENSKÉ VZŤAHY

Nový druh vyskytujúci sa izolovane a pomerne ďaleko od areálu jaskynného podrodu *Blothrus* vo vrchoch Sedmohradska ako aj v Južných Karpatoch má niektoré znaky s týmito druhmi spoločné. Od ostatných karpatských druhov sa líši najmä obrvením carapaxu (4 brvy, karpatské druhy zo skupiny *Neobisium minutum* Töm. a *Neobisium brevipes* Friv. majú podľa Beiera 6 brv); týmto znakom sa viac približuje sedmohradskému druhu *Neobisium leruthi* Beier: od neho a aj od predchádzajúcich druhov sa odlišuje najmä tým, že pri týchto druhoch je dobre vyvinutý epistom (pri druhu *Neobisium leruthi* je podľa Beiera, 1963:124, dokonca „Epistom lang und schmal, fast zungenförmig") kým na našom druhu nie je vyvinutý a predný okraj carapaxu je len mierne ohnutý. Od druhu *Neobisium minutum* (Töm ö s v.) sa odlišuje väčšou veľkosťou, proporciami článkov na palpoch, menším obrvením tergitov i vývinom zúbkov na prste palpov.

Od druhu *Neobisium brevipes* Frivaldsky, pri ktorom poznáme väčšiu nominátnu troglobiontnú formu *Neobisium brevipes brevipes Friv.*, dosahujúcu dĺžku tela 3,5—5 mm a menšiu troglofilnú formu *Neobisium brevipes montanum* Beier, žijúcu aj lapidikolne a dosahujúcu len 2,7 mm, sa nový druh odlišuje najmä tvarom carapaxu, rozdielnym vývinom epistomu (ktorý je podľa Beiera pri *Neobisium brevipes* „lang und stumpf"), tvarom, dĺžkou a šírkou, ako aj vzájomným pomerom častí palpov.

LITERATÚRA

1. BEIER, M.; 1939: Die Höhlenpseudoscorpione der Balkanhalbinsel. Stud. allg. Karstforsch. Brünn, Biol. Ser. Nr. 4:1 — 83.

2. BEIER, M., 1940: Zur Phylogenie der troglobionten Pseudoscorpione. VI. Congr. int. Entomol. Madrid 1935, 2 : 519 — 527.

3. BEIER, M., 1949: Türkische Pseudoscorpione. Rev. Fac. Sc. Univ. Istanbul, Ser. B, 14/1 : 1 — 20.
4. BEIER, M., 1963: Ordnung Pseudoscorpionidea. Bestimmb. Bodenfauna Europas. I. Berlin.
5. DADAY, J., 1900: Pseudoscorpiones. Fauna reg. Hung., 3 : 1 — 2. Budapest.
6. DUMITRESCU, M.—ORGHIDAN, T., 1970: Contribution à connaissance des Pseudoscorpions souterrains de Roumanie. Trav. Inst. Spéol. E. Racovitza, Bucarest, 9 : 97 — 111.
7. GULIČKA, J., 1975: Fauna slovenských jaskýň. Slovenský kras, 13 : 37 — 85.
8. GULIČKA J., 1977: Neobisium (Blothrus) slovacum sp. n., Eine neue Art des blinden Höhlenafterskorpions aus der Slowakei (Pseudoscorpionida). Annot. zool. bot. Bratislava, Nr. 117.
9. HOLDHAUS, K., 1932: Die europäische Höhlenfauna in ihren Beziehungen zur Eiszeit. Zoogeographica, Jena, 1 : 1 — 53.
10. HOLDHAUS, K., 1954: Die Spuren der Eiszeit in der Tierwelt Europas. Innsbruck.
11. STROUHAL, H., 1961: Die rezente Höhlenfauna Österreichs. Österr. Hochschulztg., 13, Nr. 13 : 8 — 9.
12. SZALAY, L., 1968: Arachnoidea I. Fauna Hung. 89. Budapest.
13. VANDEL, A., 1964: Biospéologie. Paris.
14. VERNER, P., 1971: Štírci — Pseudoscorpionidea. Klíč zvířeny ČSSR, 4 : 19 — 31. Praha.

SUR LA QUESTION DE LA PRÉSENCE DE TROGLOBIES DANS LES CAVERNES SLOVAQUES

Ján Gulička

Résumé

Dans son ouvrage, l'auteur décrit une nouvelle espèce de Pseudoscorpion des cavernes du sous-genre Blothrus de Slovaquie comme Neobisium (Blothrus) slovacum Gulička sp. n. Outre la description, il détermine les signes principaux qui différencient cette espèce par rapport à d'autres Pseudoscorpions carpatiques, notamment ceux des Carpates roumaines (Transylvanie, Carpates méridionales). Il analyse également leur état en Slovaquie, les données zoogéographiques concernant les Pseudoscorpions des cavernes, notamment du sous-genre Blothrus en Europe, la limite septentrionale de leur repartition géographique en Europe, ainsi que les questions phylogénétiques de l'évolution des Pseudoscorpions des cavernes en Europe. La nouvelle espèce du sous-genre Blothrus en Slovaquie représente la présence des Pseudoscorpions aveugles des cavernes la plus septentrionale en Europe, présentant, également la preuve d'une enclave des troglobies même dans les Carpates septentrionales, situées déjà dans la zone de glaciation maximale au pléistocène. Jusqu'à présent la nouvelle espèce ne fut enrégistrée que dans la chaîne de montagnes Slovenský kras (Karst slovaque).

PUKLINOVO-KRASOVÉ VODY SEVEROVÝCHODNÝCH SVAHOV NÍZKYCH TATIER A VPLYV SKRASOVATENIA NA ICH REŽIM

VLADIMÍR HANZEL

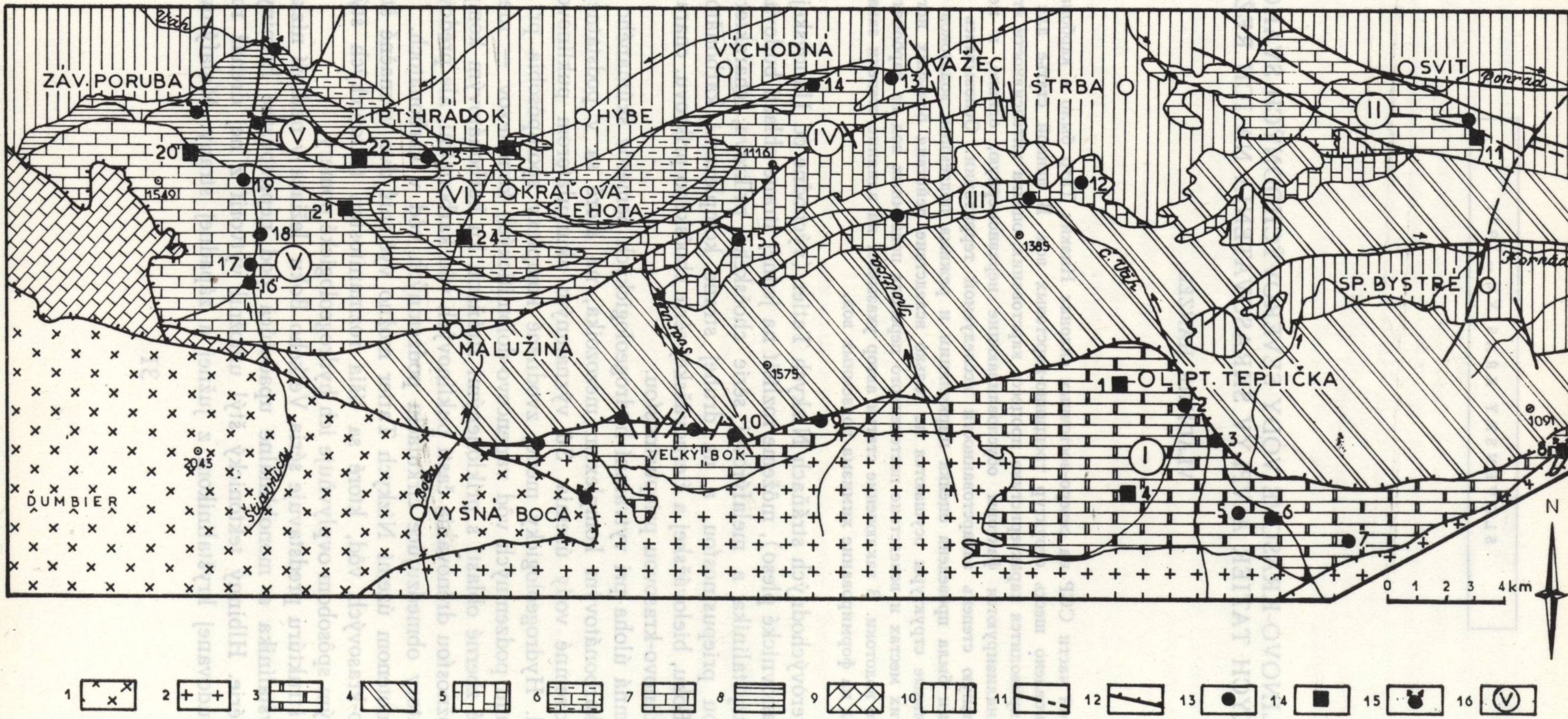
В северной части ССР на северо-восточных склонах Низких Татр было в карбонатах мезозоя установлено шесть структур трещинно-карстовых вод. В данной статье для каждой структуры приводится характеристика процесса карстования, оценка интенсивности этого процесса и анализируются факторы обусловливающие неравномерную, однако, в некоторых местах сильную степень закарстованности исследуемой территории. Основываясь на этом исследовании была проведена оценка циркуляции и режима подземных водотоков территории. Отдельные структуры осушаются не только вследствие действия больших источников, но во многих местах и вследствие постепенного перехода подземных вод из карбонатов в поверхностные водотоки. В заключение статьи автор указывает на влияние степени закарстованности пород на формирование химизма подземных вод.

Na severovýchodných stráňach Nízkych Tatier (východne od Ilanovskej doliny až po Hranovnické pleso), môžeme rozlíšiť na jednej strane oblasti budované horninami kryštalinika a melafýrovej série chočského príkrovu, charakterizované puklinovou priepustnosťou, a na druhej strane komplexami karbonátov série Veľkého Boku, bielovážskej a čiernovážskej série chočského príkrovu, charakterizované puklinovo-krasovou priepustnosťou.

Významná úloha pri vytváraní hydrogeologických pomerov skúmaného územia pripadá karbonátovým komplexom mezozoika, na ktoré sa v podstatnej miere viažu podzemné vody územia. Sú významným akumulátorom puklinovo-krasových vôd. Hydrogeologicky menej zvodnené komplexy spolupôsobia pri formovaní režimu podzemných vôd vápencovo-dolomitických komplexov — nielen ako povrchové zberné oblasti s priklonenými stráňami ku karbonátovým komplexom, ale aj možnosťou drénovania časti puklinových vôd karbonátmi, ale predovšetkým ako izolátory obmedzujúce cirkuláciu podzemných vôd v karbonátoch.

V hodnotenom území Nízkych Tatier možno vyčleniť dve význačné štruktúry puklinovo-krasových vôd, ktoré sa líšia rozmanitosťou tektonických štýlov, čo významným spôsobom ovplyvňuje ich hydrogeologické pomery.

Jednu štruktúru predstavuje séria Veľkého Boku ležiaca v nadloží nízko zvodneného kryštalinika a monoklinálne upadajúca pod nepriepustné horniny melafýrovej série. Hlbinný tektonický štýl umožnil vytvoriť z nej drenáž rozsiahlej oblasti budovanej kryštalinikom z južnej a západnej strany. Malafýrová séria



ZÁV. PORUBA
LIPT. HRÁDOK
HYBE
VÝCHODNÁ
VAŽEC
ŠTRBA
SVIT
KRAĽOVA LEHOTA
MALUŽINÁ
LIPT. TEPLIČKA
SP. BYSTRÉ
VEĽKÝ BOK
VYŠNÁ BOCA
ĎUMBIER
Váh
Poprad
Hornád
Č. Váh
Štiavnica
Boca
I
II
III
IV
V
VI
1549
1116
1385
1575
2043
1091
0 1 2 3 4 km
N
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

obmedzuje sériu Veľkého Boku zo S a vytvára jej podzemným vodám nepriepustnú bariéru. Tieto priaznivé geologické podmienky podmienili vznik významnej akumulácie podzemných vôd v oblasti Liptovskej Tepličky, kde karbonáty majú najväčšie plošné rozšírenie. Smerom na Z je séria Veľkého Boku enormne redukovaná, na povrch vystupujú prevažne pre zvodnenie nepriaznivé horniny (neokóm), a preto tu nedochádza k väčšej akumulácii podzemných vôd.

Druhou hydrogeologickou štruktúrou puklinovo-krasových vôd je chočský príkrov, v ktorom najvýznamnejšími kolektormi podzemných vôd sú triasové vápence a dolomity čiernovážskej a bielovážskej série. Zložitá vnútorná stavba zvodneného súvrstvia karbonátov chočského príkrovu s množstvom vrás a zlomových

---

Obr. 1. MAPA ŠTRUKTÚR PUKLINOVO-KRASOVÝCH VÔD NA SEVEROVÝCHODNÝCH SVAHOCH NÍZKYCH TATIER

Zostavil V. Hanzel 1976 (s použitím geologických máp 1 : 200 000)

Legenda: I — ďumbierske kryštalinikum; 2 — krakľovské a kráľovohoľské kryštalinikum, 3 — séria Veľkého Boku; 4 — 8 chočský príkrov: 4 — karbon — spodnotriasové súvrstvie (melafýrová séria); 5 — čiernovážska séria, 6 — 8 bielovážska séria, 6 — vrchnotriasové dolomity a vápence, 7 — strednotriasové vápence a dolomity, 8 — lunzské vrstvy; 9 — krížňanský príkrov; 10 — paleogén; 11 — zlomy; 12 presunové línie; 13 — nevyužívané pramene; 14 — využívané pramene; 15 — minerálne pramene; 16 — štruktúry s puklinovokrasovými vodami: I — karbonátový komplex v oblasti Liptovskej Tepličky; II — lučivniansky karbonátový komplex; III — karbonátový komplex Čierneho Váhu; IV — važecko-svarínsky karbonátový komplex; V — karbonátový komplex Jánskej doliny; VI — karbonátový komplex Kráľovej Lehoty

РИС. 1. КАРТА СТРУКТУРЫ ТРЕЩИННО-КАРСТОВЫХ ВОД НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫХ СКЛОНАХ НИЗКИХ ТАТР СОСТАВИЛ В. ГАНЗЕЛ 1976 Г. (ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРСТ 1 : 200 000)

Легенда: 1 — Думбиерский кристаллический массив; 2 — краклёвские и кралёвогорские кристалические породы; 3 — серия Велького Бока; 4 — 8 хочский покров; 4 — карбон — нижне-триасовые свиты пластов (мелафировая серия; 5 — чиерноважская серия; 6 — 8 биеловажская серия, 6 — верхнетриасовые доломиты и известняки, 7 — среднетриасовые известняки и доломиты, 6 — лунзские слои; Крижнянский покров; 10 — палеоген; 11 — разломы; 12 — линии перемещения; 13 — неиспользованные источники; 14 — используемые источники; 15 — минеральные источники; 16 — структуры с трещинно-карстовыми водами: 1 — карбонатный комплекс в области Липтовской Теплички; П — лучивианский карбонатный комплекс; Ш — карбонатный комплекс; IV — Важецко-сваринский карбонатный комплекс Черного Вага; V — карбонатный комплекс Янской долины; VI — карбонатный комплекс Кралёвой Леготы

FIG. 1. THE MAP OF CREVICE-KARST WATERS IN THE NORTHEASTERN SLOPES OF THE LOW TATRAS

Computed by V. Hanzel 1976 (by using geological maps 1:200 000)

Legend: 1 — Ďumbier crystallinicum; 2 — Kraklov and Kráľova hoľa crystallinicum; 3 — Veľký Bok series; — 4—8 — Choč cover; 4 — Carbon; — low-placed Triassic correlation (melaphyre series); 5 — Čiernovážska series, 6—8 bielovážska series, 6 — upper triassic dolomites and limestones, 7 — middle Triassic limestones and dolomites, 8 — lunzské layers; 9 — krížňanský cover; 10 — Paleogén; 11 — faults; 12 — transfer lines; 13 — unused sources; 14 — used sources; 15 — mineral sources; 16 — structure with crevice karst waters: I — Carbonate complex in the zone of Liptovská Teplička; II — Lučivniansky carbonate complex; III — Carbonate complex; IV — Važec-svarín carbonate complex; V — Carbonate complex of Jánska dolina; VI — Kráľova Lehota carbonate complex

porúch sa odráža vo veľmi častom a komplikovanom striedaní vápencov a dolomitov s nepriepustnými pieskovcovo-bridličnatými lunzskymi vrstvami a s horninami melafýrovej série. Preto sú karbonátové komplexy roztrieštené na 5 menších čiastkových štruktúr (obr. 1) s vlastným obehom a režimom podzemných vôd. V dôsledku roztrieštenosti karbonátov sú obmedzené i možnosti vytvárania výdatných prameňov. Sú to tieto štruktúry: lučivniansky karbonátový komplex, karbonátový komplex Čierneho Váhu, važecko-svarínsky komplex karbonátov, plošne najväčší karbonátový komplex Jánskej doliny a karbonátový komplex Kráľovej Lehoty.

CHARAKTERISTIKA SKRASOVATENIA A PUKLINOVITOSTI

V oblastiach budovaných vápencovo-dolomitickými komplexami vznikajú vplyvom chemického rozpúšťania karbonátov, vychádzajúceho od puklín a ostatných plôch odlučnosti povrchové a podpovrchové krasové javy. Na formovanie a akumuláciu podzemných vôd v karbonátoch má prvoradý vplyv charakter skrasovatenia a puklinovitosti, pretože vlastná pórovitosť horninovej hmoty nedosahuje u nich väčší význam. Pôvod krasových dutín a cirkulácia podzemných vôd v krase úzko súvisia a navzájom sa ovplyvňujú. Podľa typologického členenia krasu Západných Karpát (E. Mazúr—J. Jákal 1968) krasová oblasť chočského príkrovu a série Veľkého Boku na severovýchodných stráňach Nízkych Tatier patrí k stredoeurópskemu krasu mierneho pásma (k rozčlenenému krasu zlomovo-vrásovej mozaikovej štruktúry — prechodný kras). K subtypu „kras monoklinálnych chrbtov" patria karbonáty série Veľkého Boku v oblasti Liptovskej Tepličky, lučivniansky karbonátový komplex a karbonátový komplex Jánskej doliny.

Karbonátový komplex Čierneho Váhu, važecko-svarínsky karbonátový komplex a karbonátový komplex Kráľovej Lehoty patria k subtypu „kotlinový kras".

V sérii Veľkého Boku južne a juhovýchodne od Liptovskej Tepličky sú z krasových foriem vyvinuté ponory, suché doliny, závrty, vyvieračky, úseky strát vody z povrchových tokov, resp. úseky drénovania karbonátového masívu. Z podzemných krasových foriem sa vyskytujú jaskyne založené na tektonických puklinách a plochách vrstevnatosti a podzemné krasové kanály a kaverny zistené vrtnými prácami. Skrasovateniu v podstate podľahli vápnité dolomity tektonicky značne porušené, s vhodným chemickým zložením (tab. 1) a s malým obsahom nerozpustných zložiek.

Najmenej krasových foriem a najmenej skrasovatený je lučivniansky karbonátový komplex v oblasti Štrby až po Svit (tab. 2) budovaný v podstatnej miere triasovými dolomitmi. Dolomity sú značne popukané, no ich chemické zloženie (tab. 1) nie je priaznivé pre skrasovatenie hornín. Okrem niekoľkých menších ponorov (kaňonovitého údolia Malého Popradu, resp. niekoľkých prameňov) nenachádzajú sa tu žiadne typické prejavy skrasovatenia.

V karbonátovom komplexe Čierneho Váhu, ktorý tvoria prevažne dolomity, menej vápence čiernovážskej série uložené vo forme synklinály od Vyšnej Šuňavy

Tab. 1

Štruktúra	Lokalita, hornina	Chemické zloženie v %						
		MgO	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	strata žíhaním	R
Karbonátový komplex Liptovskej Tepličky	M. Brunov, vápnitý dolomit	16,93	30,28	1,67	0,02	6,31	42,97	1,24
	Hájovňa Ždiar, triasový dolomit	21,12	30,51	0,09	st.	0,35	46,85	0,25
	L. Teplička, jurske vápence	4,39	51,38	0,51	0,36	0,78	42,35	0,29
	Vrt HK-4, vápnitý dolomit	19,0	34,70	0,12	0,72	0,20	46,26	0,12
Lučivniansky karbonátový komplex	Spiš. Teplica, triasový dolomit	22,78	29,59	0,07	0,32	0,17	46,59	0,16
Karbonátový komplex Čierneho Váhu	Ústie doliny Hlboké do Č. Váhu, triasový dolomit	19,35	30,28	1,01	0,19	1,79	45,90	0,76
Važecko-svarínsky karbonátový komplex	S nad osadou Čierny Váh, triasový dolomit	21,28	30,51	0,08	st.	0,08	46,73	0,37
	Vrt HK-6 južne od Východnej, trias. dolomit	21,30	30,0				46,0	2,68
Karbonátový komplex Jánskej doliny	Važec-jaskyňa, guttenstein. vápenec	0,81	51,37	1,17	0,21	2,60	41,99	0,88
	Jánska d.—Bystrá, gut. vápence	0,48	53,79	0,35	st.	0,93	43,69	0,59
	Jánska d.—Škopovo, vápnitý dolomit	15,50	21,76	0,41	0,08	29,46	32,81	0,39
	Vrt HK-5 L. Porúbka, triasový dolomit	20,53	31,47			0,49	45,26	2,16
	L. Hrádok, reiflinský vápenec	0,32	36,79	0,66	0,18	31,39	30,00	0,56
Karbonátový komplex Kráľovej Lehoty	Kráľova Lehota, vrchnotriasový dolomit	20,64	31,18	0,13	0,10	0,38	46,75	0,28

Analyzoval: V. Šaturová, Geologický ústav DŠ, Bratislava

Tab. 2

Štruktúra	Litológia a vek hornín	Plocha v km²		Četnosť výskytu krasových javov*	Hustota na 1 km²	Množstvo odneseného $CaCO_3$ (t)/x
		karbonátov	celej štruktúry			prírastok objemu podzemných priestorov ročne (m^3)
Karbonátový komplex Liptovskej Tepličky	Vápnité dolomity až dolomity, trias, séria V. Boku	42,4	90,2	58	1,3	2965/1140
Lučivniansky karbonátový komplex	Prevažne dolomity, menej vápence, trias, bielovážska séria, zlepence, paleogén	33,0	36,2	9	0,2	1588/610
Karbonátový komplex Čierneho Váhu	Dolomity, menej vápence, trias, čiernovážska séria, karbonát. brekcie, paleogén	18,0		17	0,9	837/322
Važecko-svarínsky karbonátový komplex	Vápence a dolomity, trias, jura, bielovážska a čiernovážska séria, karbonát. zlepence, paleogén	45,0		74	1,6	1736/668
Karbonátový komplex Jánskej doliny	Vápence a dolomity, stredný trias, bielovážska séria	62,5	73,8	94	1,5	2072/797
Karbonátový komplex Kráľovej Lehoty	Dolomity, veľmi málo vápence, vrchný trias, bielovážska séria	38,5	41,4	39	1,0	1186/456

*) Pri početnosti výskytu krasových javov sa počítajú jaskyne, závrty, ponory a pramene — vyvieračky. /x Údaje o množstve odneseného $CaCO_3$ sú vypočítané podľa meraní zo septembra 1966, resp. 1968.

po osadu Čierny Váh, sa nachádza puklinová jaskyňa Brada vytvorená pozdĺž tektonickej pukliny a niekoľko závrtov na severnej stráni kóty Brada. Územie je chudobné na krasové javy (tab. 2).

Važecko-svarínsky karbonátový komplex je budovaný vápencami a dolomitmi bielovážskej a čiernovážskej série, sčasti vápencami a zlepencami bazálneho paleogénu. Skrasovateniu najviac podľahli guttensteinské vápence a sčasti eocénne vápence južne od Važca. Z povrchových krasových foriem sú ojedinelé škrapy, početnejšie sú závrty sledujúce smer starých údolí resp. tektonické poruchy (plo-

šina Mury, okolie Prepadlej). V tomto komplexe sa nachádzajú aj ponory, poloslepé údolia, priepasti a kaňonovité údolia. Z podzemných krasových foriem sú známe jaskyne: Važecká, Dúbrava, Pivnica, Líščie diery a Zápoľná. Vznik a smery jaskynných chodieb sú predurčené tektonickými poruchami, vrstevnatosťou. Skrasovateniu menej podľahli reiflinské vápence.

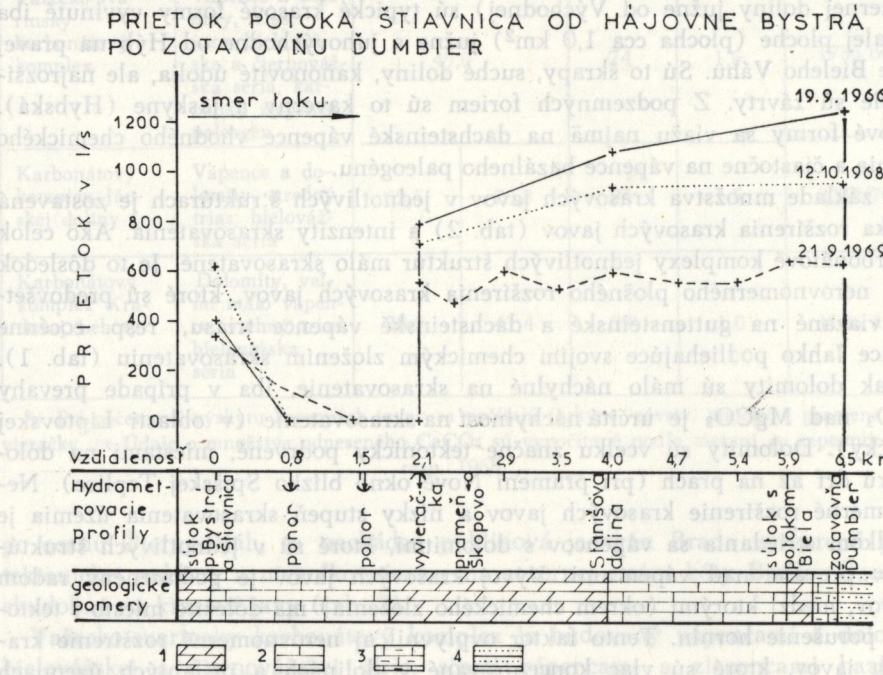
Jednu z najväčších oblastí predstavuje karbonátový komplex Jánskej doliny budovaný strednotriasovými vápencami a dolomitmi bielovážskej série medzi Ľanovskou dolinou a údolím potoka Boca. Dominantným znakom krasového fenoménu v tejto oblasti sú krasové kaverny a jaskyne. Len v Jánskej doline sa dosiaľ preskúmalo vyše 20 jaskýň a v oblasti Ohnišťa niektoré priepasti. Jaskyne a priepasti vznikli na tektonických puklinách a plochách vrstevnatosti rôzneho smeru a sklonu, pričom najväčšie vznikli v miestach križovania puklín. Z ďalších foriem sa v Jánskej doline nachádzajú ponory, menej sú zastúpené závrty a škrapy. O značnom skrasovatení územia svedčí aj množstvo prameňov a úsekov drénovania karbonátového komplexu. Skrasovateniu najviac podľahli guttensteinské vápence, najmä v Jánskej doline, ktorá vznikla na tektonickej poruche. Menej skrasovateniu podľahli reiflinské vápence (pri Liptovskej Porúbke) a tie dolomity, ktoré chemickým zložením možno pričleniť k vápenitým dolomitom (tab. 1).

V karbonátovom komplexe Kráľovej Lehoty, ktorý budujú prevažne vrchnotriasové dolomity (menej vápence bielovážskej série v širšom okolí Kráľovej Lehoty až Čiernej doliny južne od Východnej) sú typické krasové formy vyvinuté iba na malej ploche (plocha cca 1,0 km^2) južne a juhovýchodne od Hýb na pravej strane Bieleho Váhu. Sú to škrapy, suché doliny, kaňonovité údolia, ale najrozšírenejšie sú závrty. Z podzemných foriem sú to kaverny a jaskyne (Hybská). Krasové formy sa viažu najmä na dachsteinské vápence vhodného chemického zloženia a čiastočne na vápence bazálneho paleogénu.

Na základe množstva krasových javov v jednotlivých štruktúrach je zostavená tabuľka rozšírenia krasových javov (tab. 2) a intenzity skrasovatenia. Ako celok sú karbonátové komplexy jednotlivých štruktúr málo skrasovatené. Je to dôsledok veľmi nerovnomerného plošného rozšírenia krasových javov, ktoré sú predovšetkým viazané na guttensteinské a dachsteinské vápence triasu, resp. eocénne vápence ľahko podliehajúce svojím chemickým zložením skrasovateniu (tab. 1). Naopak dolomity sú málo náchylné na skrasovatenie, iba v prípade prevahy $CaCO_3$ nad $MgCO_3$ je určitá náchylnosť na skrasovatenie (v oblasti Liptovskej Tepličky). Dolomity sú vcelku značne tektonicky podrvené, miestami na dolomitickú drť až na prach (pri prameni Nové okno blízko Spišskej Teplice). Nerovnomerné rozšírenie krasových javov a nízky stupeň skrasovatenia územia je výsledkom striedania sa vápencov s dolomitmi, ktoré sú v jednotlivých štruktúrach v prevahe nad vápencami. Vývoj krasových javov je podmienený radom faktorov, medzi ktorými (okrem chemického zloženia) má dôležité miesto i tektonické porušenie hornín. Tento faktor ovplyvnil aj nerovnomerné rozšírenie krasových javov, ktoré sú viac koncentrované v dolinách a priľahlých územiach (Jánska dolina, Čierny Váh pri Svaríne, Ždiarsky potok a Čierny Váh pri Liptovskej Tepličke atď.), pretože boli tektonicky predisponované. Potvrdzujú to vrty v údolí Čierneho Váhu juhovýchodne od Liptovskej Tepličky, nachádza-

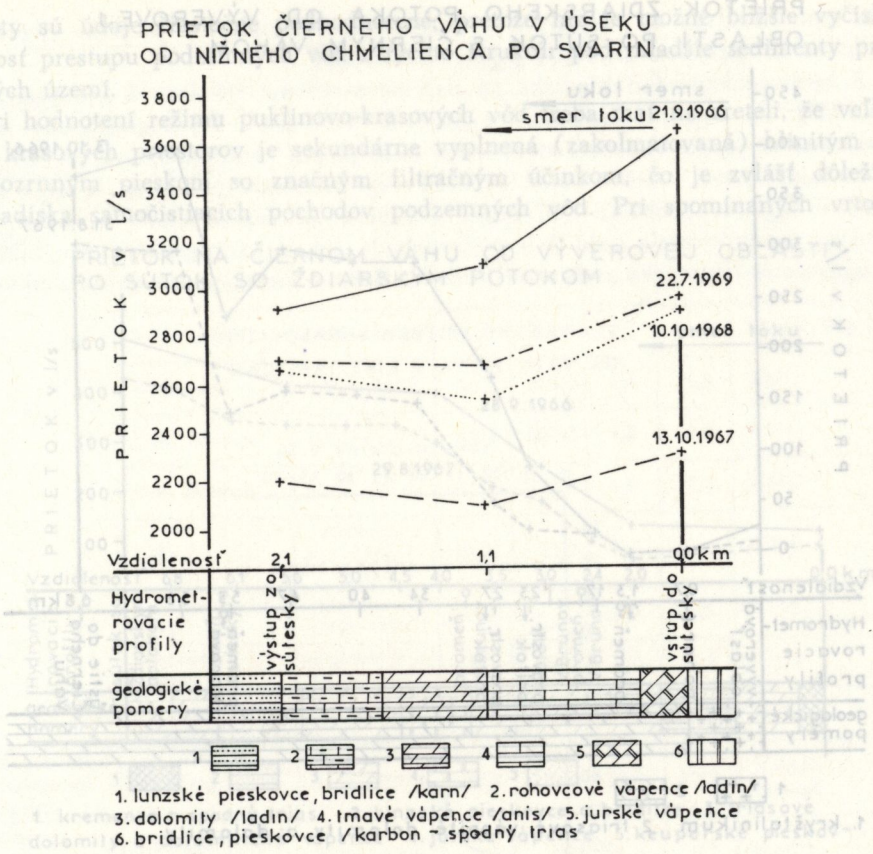
júce sa vo vápnitých dolomitoch série Veľkého Boku v oblasti tektonického styku s nadložnou melafýrovou sériou. Hodnoty lineárneho koeficientu skrasovatenia, ktorý bol vyhodnotený na troch vrtoch, sa pohybovali od 37,8 do 53,0 % navŕtanej mocnosti karbonátov. To jasne dokumentuje veľké zvýšenie stupňa skrasovatenia v miestach silného tektonického porušenia a s tým úzko súvisí vysoká priepustnosť masívu, ako to dokumentujú výsledky vodných tlakových skúšok. Podobné výsledky získal Sokolov zo Stredného Kazachstanu, kde skrasovatenie bolo 25 až 40 %.

Plošné rozšírenie skrasovatenia je veľmi nerovnomerné, závislé od chemického charakteru hornín, ako aj od ich tektonického porušenia. Preto v miestach budovaných vápencami (oblasť Važca, južne od Hýb) a v miestach tektonického porušenia (Jánska dolina, údolie Čierneho Váhu pri Liptovskej Tepličke a Svaríne), t. j. v údoliach a priľahlých stráňach sa stupeň skrasovatenia značne zväčšuje. Smerom k rozvodnicovým chrbtom nadobúda prevahu puklinovitosť. Dochádza k diferenciácii vo vzťahu stupňa skrasovatenia v údolných častiach a na rozvodnicových chrbtoch, čo treba brať do úvahy pri posudzovaní cirkulácie podzemných vôd. Z tohto dôvodu sa v horizontálnom smere mení priepustnosť karbonátového komplexu. Vieme, že najbohatšie na vodu sú zóny priľahlé k údoliam riek v dôsledku väčšieho skrasovatenia a so vzdiaľovaním sa od rieky zvodnenie sa podstatne znižuje. Táto zákonitosť je spôsobená tým, že v období zrážok dochádza



1. triasové dolomity 2. triasové vápence 3. rohovcové vápence triasu
4. lunzské pieskovce a bridlice

Obr. 2

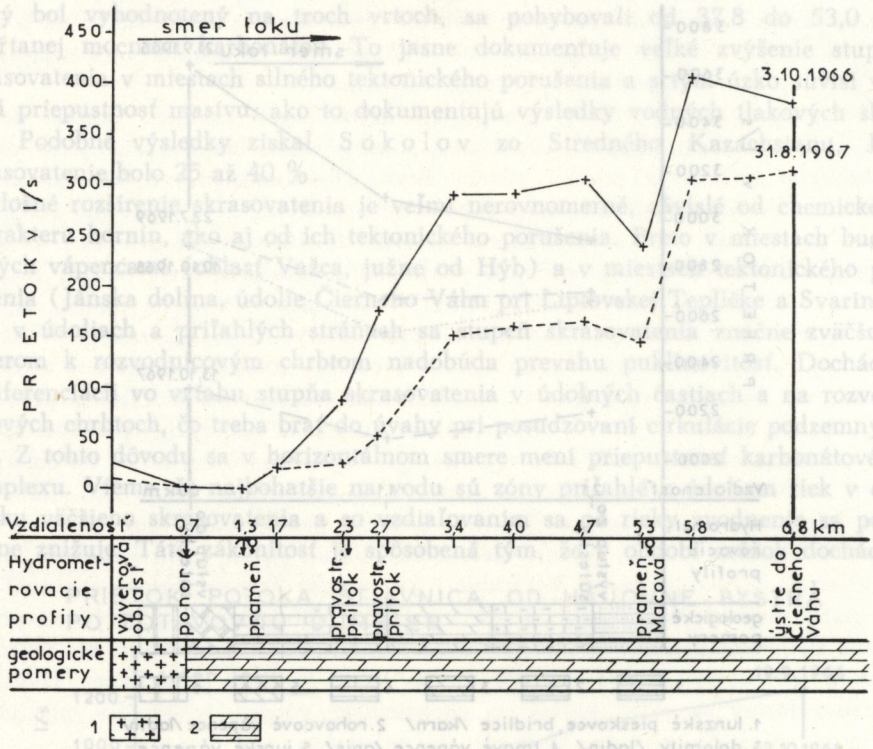


Obr. 3

k rozpúšťaniu karbonátov nízkomineralizovanými riečnymi vodami pri ich infiltrácii do karbonátového komplexu ako aj zvýšením spádov hladín v údolných častiach.

Dôležitým problémom je vertikálny dosah skrasovatenia, s čím úzko súvisia kvantitatívne možnosti akumulovania zásob podzemných vôd v karbonátoch. Tektonicky značne porušené karbonáty, najmä v údolných častiach, vytvárajú podmienky pre skrasovatenie do väčších hĺbok. Charakter skrasovatenia v Jánskej doline, v údolí Čierneho Váhu a výsledky hydrometrovacích prác na povrchových tokoch (obr. 2, 3, 4, 5), ktoré dokumentovali značné straty vôd z povrchových tokov do podzemných priestorov, poukazujú na to, že vertikálne skrasovatenie siaha miestami hlboko pod údolia riek a tokov. Potvrdzuje to vyhodnotenie vertikálneho priebehu skrasovatenia na hydrogeologickom vrte HK—4 pri sútoku Čierneho Váhu a Ždiarskeho potoka JV od Liptovskej Tepličky, v ktorom najväčšie skrasovatenie bolo v hĺbke okolo 70 m pod údolím Čierneho Váhu (obr. 6).

Skrasovatenie však treba chápať ako proces veľmi dynamický a rýchly, čo potvrdzujú poznatky z hydrogeologického výskumu daného územia. Okrem stále

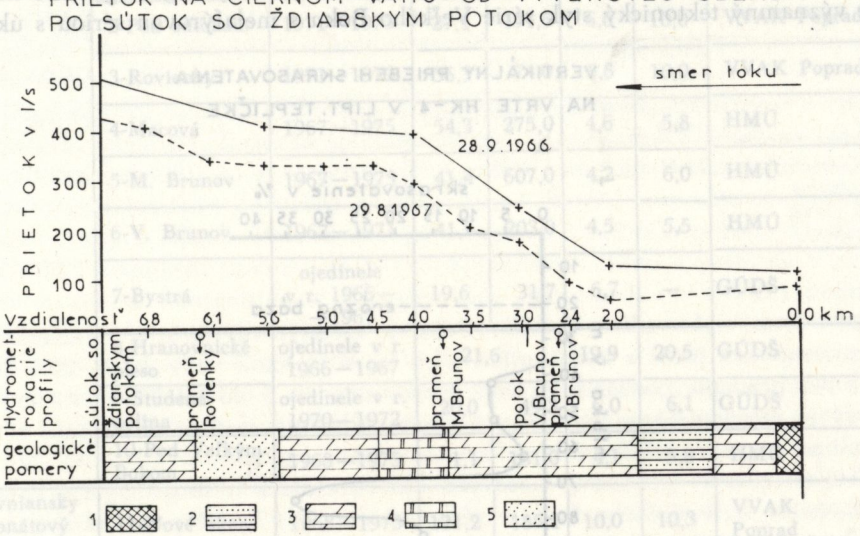


Obr. 4

aktívnych závrtov vo Važeckom krase, v údolí Bieleho Váhu, južne od Hýb, na Ohništi a v oblasti Liptovskej Tepličky, vzniklo množstvo nových závrtov v údolí Ždiarskeho potoka a Veľkého Brunova v sérii Veľkého Boku, ale pritom zanikli niektoré pramene a objavili sa nové (v Jánskej doline, v údolí potoka Boca atď.). O intenzite i dnes prebiehajúceho procesu skrasovatenia svedčí množstvo $CaCO_3$, ktorý ročne odnášajú z jednotlivých štruktúr podzemné vody vyvierajúce vo forme prameňov na povrch, resp. prestupujú skryté do povrchových tokov, ako aj na základe toho urobené určenie ročného prírastku objemu podzemných priestorov (tab. 2). Výpočet sa robil na základe chemických analýz vody z prameňov jednotlivých štruktúr (analyzovalo laboratórium hydrochémie GÚDŠ) v septembri 1966, resp. v septembri 1968. Aj keď výsledky uvedené v tab. 2 majú orientačný charakter (pretože sú iba z jednorázového merania), ukazujú, že najväčšia intenzita krasového procesu je v oblasti Liptovskej Tepličky a najnižšia v karbonátovom komplexe Kráľovej Lehoty. Pri štruktúrach lučivnianskeho, važecko-svarínskeho komplexu, ako aj komplexov Jánskej doliny a Kráľovej

Lehoty sú údaje čiastočne podhodnotené, pretože nie je možné bližšie vyčísliť veľkosť prestupu podzemných vôd z týchto štruktúr pod mladšie sedimenty priľahlých území.

Pri hodnotení režimu puklinovo-krasových vôd treba mať na zreteli, že veľká časť krasových priestorov je sekundárne vyplnená (zakolmatovaná) hlinitým až hrubozrnným pieskom so značným filtračným účinkom, čo je zvlášť dôležité z hľadiska samočistiacich pochodov podzemných vôd. Pri spomínaných vrtoch



1. kremence - spodný trias 2. lunzské pieskovce a bridlice 3. triasové dolomity a dolomitické vápence 4. jurské vápence 5. keuperské pieskovce a bridlice

Obr. 5

v oblasti Liptovskej Tepličky bolo sekundárne vyplnené 19,5 % až 37,8 % kavern. Uvedené poznatky poukazujú, že v hodnotenom území nejde o prostredie len s krasovou priepustnosťou, ale že ide o kombináciu krasovej a puklinovej priepustnosti, čo priamo ovplyvňuje režim podzemných vôd. Aj keď skrasovatenie a puklinovitosť sú veľmi nerovnomerné, celkove sú však relatívne vysoké, čo umožňuje infiltrovať značné množstvo zrážok do karbonátových komplexov, ktoré sú preto v podstatnej časti roka bez povrchového odtoku.

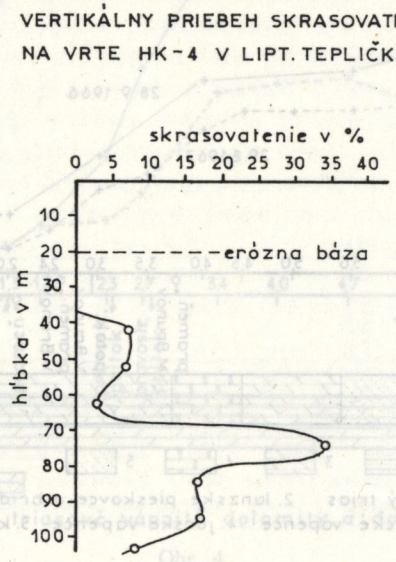
OBEH A REŽIM PUKLINOVO-KRASOVÝCH VÔD

Režim a obeh podzemných vôd karbonátových komplexov vo veľkej miere závisí od priepustnosti horninového prostredia, ktoré je podmienené charakterom skrasovatenia a puklinovitosti.

Karbonátový komplex série Veľkého Boku je po celom obvode uzavretý nízko zvodnenými až nepriepustnými horninami, čím je vylúčený prestup podzemných

vôd tejto štruktúry do susedných hydrogeologických celkov a je veľmi nepravdepodobná komunikácia jej vôd s inými štruktúrami.

Z hydrogeologického hľadiska sú najviac zvodnené stredno- a vrchnotriasové dolomity, až vápenité dolomity s plochou 42,4 km^2. Hydrogeologicky menej zvodnené sú jurské vápence, ktoré majú malé plošné rozšírenie. Ostatné sedimenty budujúce sériu Veľkého Boku (lunzské resp. keuperské pieskovce, bridlice a tiež slienité vápence neokómu) sú nízko zvodnené až nepriepustné. Lokálne plnia funkciu usmerňovateľa cirkulácie podzemných vôd. Z hydrogeologického hľadiska je významný tektonický styk série Veľkého Boku s melafýrovou sériou s úklonom



Obr. 6

40°—70° na S, sprevádzaný miestami vložkami značne kavernóznych dolomitov. Má rozsiahly drenážny účinok a preto v miestach, kde dolomity vystupujú na povrch, vyviera niekoľko prameňov s výdatnosťami od 1,0 do 181,0 l/s (Studená dolina, severné stráne kóty Veľkého Boku, údolie Malužinej).

Celkove komplex karbonátov série Veľkého Boku odvodňuje 9 veľkých prameňov erózneho pôvodu, pramene vrstevné, puklinové a pretekavé-bariérové vlievajúce sa väčšinou do povodia Čierneho Váhu a len ojedinele do povodia Hornádu. Ich výdatnosť dosahuje od 20,0 do 607,0 l/s — (Veľký Brunov, Malý Brunov, Macová, Rovienky, Bystrá, Teplička, atď.) — (tab. 3). Ostatné pramene majú výdatnosť prevažne pod 10,0 l/s. Silné zvodnenie triasových dolomitov potvrdili aj výsledky čerpacej skúšky vo vrte HK-4 (východne od Liptovskej Tepličky), kde pri znížení hladiny 9,40 m sa čerpalo 51,2 l/s podzemných vôd. V celej štruktúre prevláda plytká cirkulácia podzemných vôd, iba vo východnej časti štruktúry sa časť vôd podieľa na hlbinnej cirkulácii, pričom voda zostupuje do hĺbky cca 550,0—600,0 m. Ohriate podzemné vody vystupujú na povrch po

Tab. 3.

Štruktúra	Prameň, číslo, názov	Pozorovaný od — do	Výdatnosť v l/s		Teplota vody v °C		Kým pozorovaný
			min.	max.	min.	max.	
Karbonátový komplex série V. Boku	1-Teplička, horný	1967—1972	31,1	132,0	5,0	7,0	HMÚ
	1-Teplička, dolný	1967—1972	38,7	73,9	5,0	7,0	HMÚ
	2-Pod sútokom	1971—1973	27,1	151,5	6,6	10,0	VVAK Poprad
	3-Rovienky	1971—1973	36,3	74,0	6,8	10,0	VVAK Poprad
	4-Macová	1967—1975	54,3	275,0	4,6	5,8	HMÚ
	5-M. Brunov	1967—1975	41,4	607,0	4,2	6,0	HMÚ
	6-V. Brunov	1967—1971	41,5	203,0	4,5	5,5	HMÚ
	7-Bystrá	ojedinele v r. 1966—1967	19,6	31,7	6,7	—	GÚDŠ
	8-Hranovnické pleso	ojedinele v r. 1966—1967	21,6		19,9	20,5	GÚDŠ
	9-Studená dolina	ojedinele v r. 1970—1972	20,0	49,3	6,0	6,1	GÚDŠ
	10-Pod Veľkým Bokom	1968—1975	1,1	181,0	4,1	5,8	HMÚ
Lučivniansky karbonátový komplex	11-Nové okno	1968—1973	121,2	185,1	10,0	10,3	VVAK Poprad
Karbonát. komplex Č. Váhu	12-Pálenica, V. Šuňava	1968—1969	0,6	2,0	6,0	6,7	HMÚ
Važecko-svarínsky komplex karbonátov	13-Važec, Teplica	ojedinele v r. 1967—1969	23,5	90,0	4,5	7,3	GÚDŠ
	14-Pr. Východná	ojedinele v r. 1967—1969	76,0	94,0	9,0	9,3	GÚDŠ
	15-N. Chmelienec, horný	1968—1972	2,7	101,0	4,3	8,3	HMÚ
	15-N. Chmelienec, dolný	1968—1972	0,3	120,0	4,3	8,3	HMÚ
Karbonátový komplex Jánskej doliny	16-Hlboké	ojedinele v r. 1966—1969	548,0	1182,0	6,1	7,5	GÚDŠ
	17-Škopovo	1968—1975	0,0	127,0	5,5	6,2	HMÚ
	18-Stanišovo, dolný	1968—1974	0,0	72,0	5,6	7,2	HMÚ
	18-Stanišovo, horný	1968—1975	0,7	31,3	5,7	7,5	HMÚ
	19-Pod Bielym	1968—1972	7,6	18,7	6,2	9,1	VVAK, Lipt. Mikuláš
	20-Záv. Poruba, dolný	1965—1972	0,1	16,0	5,0	8,0	VVAK, Lipt. Mikuláš

Pokračovanie tab. 3.

Štruktúra	Prameň, číslo, názov	Pozorovaný od — do	Výdatnosť v l/s		Teplota vody v °C		Kým pozorovaný
			min.	max.	min.	max.	
	20-Záv. Poruba, horný	1965—1972	0,5	10,8	5,0	8,0	VVAK, Lipt. Mikuláš
	21-Brtkovica	1966—1972	2,0	6,7	6,0		VVAK, Lipt. Mikuláš
	22-Pod Zapačom	1959—1972	18,0	46,0	10,4	11,5	VVAK, Lipt. Mikuláš
	23-L. Porúbka, horný	1969—1975	20,0	40,9	9,1	10,1	GÚDŠ, HMÚ
	23-L. Porúbka, dolný	1969—1975	20,0	49,3	9,1	10,1	GÚDŠ, HMÚ
Karbonátový komplex Kráľovej Lehoty	24-Mních	1968—1973	3,5	11,7	5,4	6,7	HMÚ

tektonickom styku série Veľkého Boku a melafýrovej série v prameňoch na Hranovnickom plese s výdatnosťou 21,6 l/s a teplotou vody 19,9—20,5 °C.

Smer prúdenia podzemných vôd je väčšinou na S do údolia Čierneho Váhu, ktorý je eróznou bázou štruktúry a preto podstatná časť sa odvodňuje v tomto údolí pri styku s nadložnou melafýrovou sériou.

Stálosť zdrojov puklinovo-krasových vôd odrážajúca hydrogeologický charakter karbonátov série Veľkého Boku v oblasti Liptovskej Tepličky, je jasná z tab. 3. Veľkosť kolísania výdatnosti prameňov má prevažne výborný stupeň spoľahlivosti, len pri prameňoch Veľký Brunov a Malý Brunov býva veľmi dobrý až dobrý. Veľmi dobrý až výborný stupeň spoľahlivosti prameňov v jednotlivých rokoch charakterizuje komplex dolomitov ako celok dobre vyrovnávajúci podzemný odtok. Spôsobené je to tým, že v komplexe ide o kombináciu puklinovej priepustnosti s krasovou, čo priaznivo ovplyvňuje jeho vyrovnávaciu schopnosť oproti prostrediu s čisto krasovou priepustnosťou. Obdobie poklesu výdatnosti prameňov z maxima na minimum, resp. vyprázdňovanie zásob, trvá niekoľko mesiacov, čo svedčí o dobrej retenčnej schopnosti dolomitového komplexu.

Kvôli zisteniu hrubých vzájomných vzťahov povrchových a podzemných vôd sa urobili rozsiahle hydrometrovacie práce na povrchových tokoch (obr. 4, 5). Výsledky dokumentujú prestupy povrchových vôd privádzaných z priľahlých strání kryštalinika do dolomitového komplexu. Povrchové vody z tokov sa odvádzajú do dolomitového komplexu buď ponormi na styku kryštalinika a karbonátového komplexu (v Ždiarskej doline na S od kóty Andrejcová, v údolí Zatračany, ponorom na severnej stráni kóty Prašiviek — 1329), alebo pozvoľným úbytkom z Čierneho Váhu severne od kóty Prašiviek (obr. 5), ďalej z potoka Veľký Brunov od kryštalinika až po sútok s Čiernym Váhom a v niekoľkých úsekoch i zo Ždiarskeho potoka (obr. 4). V hydrologickom roku 1967 povrchové toky z kryštalinika privádzali 280,0 až 437,0 l/s vody, z ktorých 80,0—108,0 l/s

sa odvádzalo priamo na styku kryštalinika a série Veľkého Boku do dolomitového komplexu.

Značná časť podzemných vôd prestupuje vo forme sústredených skrytých prítokov vody do toku. Takéto miesta sú v údolí Čierneho Váhu v oblasti prameňov Veľký a Malý Brunov, severne od hájovne Rovienky (obr. 5), v údolí Ždiarskeho potoka v oblasti hájovne Ždiar, Podopálené a Staníkovo (obr. 4). Najvýznamnejší je úsek Čierneho Váhu od sútoku so Ždiarskym potokom až po výstup zo série Veľkého Boku pri hájovni Váh, kde bol zistený prestup od 75,0 do 420,0 l/s a úsek na potoku Teplička od prameniska Teplička po obec Liptovská Teplička (64,0—129,0 l/s). Okolo 63,0—79,0 l/s podzemných vôd prestupuje do Ždiarskeho potoka.

Hydrogeologicky samostatnú štruktúru tvorí komplex strednotriasových a vrchnotriasových dolomitov, čiastočne guttensteinských a reiflinských vápencov medzi Spišskou Teplicou, Svitom a Štrbou (lučivniansky komplex). Veľmi silne tektonicky porušené karbonáty s plochou 33,0 km^2 tvoria vhodné prostredie pre infiltráciu atmosferických zrážok. Podzemné vody komplexu využívajú prirodzený sklon dolomitového komplexu smerom na V pod Popradskú kotlinu a preto sú v podstatnom množstve koncentrované v bariérových prameňoch na styku s nepriepustným súvrstvím paleogénu medzi Svitom a Spišskou Teplicou. Tu je i najväčší prameň komplexu, Nové okno, s výdatnosťou 121,0—185,0 l/s, využívaný na zásobovanie podtatranskej oblasti. Ďalšie menšie pramene majú sumárne výdatnosti 15,5 až 28,5 l/s. Komplex sa odvodňuje aj priamym prestupom podzemných vôd do rieky Poprad pri meste Svit. Z hrubého bilančného hodnotenia územia vyplýva, že cca 50,0 l/s podzemných vôd prestupuje pod paleogénnu výplň kotliny, ako to potvrdzujú i výsledky z hydrogeologického prieskumu. Staršími prieskumnými prácami sa zistilo, že uvedené karbonáty upadajú pod paleogénne sedimenty a pokračujú až k obci Gánovce. Vrtom situovaným cca 3,0 km východne od Spišskej Teplice navŕtali karbonáty v hĺbke 240,0 m, pričom na vrte bol prietok artézskych vôd s teplotou 15,0 °C. Na základe geologickej stavby a chemizmu podzemných vôd možno konštatovať, že uvedený komplex karbonátov je infiltračnou oblasťou termálnych vôd, žriedelnej štruktúry Gánovce, ktoré majú teplotu vody okolo 23,0 °C (V. Hanzel, 1971).

Karbonátový komplex Čierneho Váhu je zavrásnený uprostred nepriepustného pieskovcovo-bridličnatého súvrstvia karbonu — spodného triasu. V dôsledku týchto geologických podmienok je v štruktúre plytká cirkulácia puklinovo-krasových vôd s generálnym smerom prúdenia v smere osi tektonickej štruktúry. Všetky vody vystupujú buď v prameňoch, alebo v podobe skrytých výverov do povrchových tokov. Komplex odvodňujú vrstvové pramene na styku s podložnými bridlicami a pieskovcami melafýrovej série. Z nich najvýznačnejšie sú pramene v údolí Čierneho Váhu pri hájovni Biely Potok, prameň pri vyústení doliny Hlboká do Čierneho Váhu a prameň pri hájovni Brezová. Ich výdatnosti sa pohybujú od 1,0 l/s do 17,0 l/s. Z ďalších dosahujú väčšie výdatnosti erózne pramene v údolí juhozápadne od Vyšnej Šuňavy a v doline Hlboká (od 3,0 do 13,5 l/s). Ostatné pramene vyvierajúce z karbonátov majú výdatnosť pod 1,0 l/s.

Celý komplex karbonátov tohto synklinálneho pruhu zaberá plochu 10,0 km^2,

pričom infiltračná plocha sa v okolí Vyšnej Šuňavy zväčšuje o priliehajúce bazálne karbonatické zlepence a brekcie s plochou 8,0 km^2. Vzhľadom k uvedenej ploche je počet prameňov a ich výdatnosť nízka. Komplex je však v oblasti Benkova priečne prerezaný Čiernym Váhom a pri osade Čierny Váh potokom Ipoltica, ktoré (ako ukázali výsledky hydrometrovacích prác) pôsobia ako drén karbonátového komplexu. Skryté prítoky sa zistili aj do potoka juhozápadne od Vyšnej Šuňavy s výdatnosťou 22,0—25,0 l/s.

Važecko-svarínsky komplex karbonátov tvoria vápence a dolomity čiernovážskej a bielovážskej série medzi Čiernym a Bielym Váhom od Važca po Svarín. Komplex triasových dolomitov čiernovážskej série v juhovýchodnej časti štruktúry odvodňujú iba dva väčšie erózne pramene — v Nižnom Chmelienci s výdatnosťou 0,3—120,0 l/s (tab. 3) a skrytým prestupom podzemných vôd do Čierneho Váhu, čo podľa meraní v septembri 1965 predstavovalo okolo 230,0 l/s. Časť týchto vôd sa zachytila hydrogeologickým vrtom v údolnej nive Čierneho Váhu pri Nižnom Chmelienci.

Severovýchodná časť štruktúry, v ktorej sa nachádzajú skrasovatené guttensteinské vápence, tvorí spolu s karbonátmi stredného triasu bielovážskej série tzv. Važecký kras.

Komplex odvodňujú sústredené pramene na styku s nepriepustnými nadložnými lunzskými vrstvami (resp. flyšovým súvrstvím paleogénu) v povodí Bieleho Váhu. Z nich je najvýznamnejší prameň Važec—Teplica s výdatnosťou 23,5—90,0 l/s, pri ktorom sa preukázala súvislosť s vodami v ponore Prepadlé, (A. Droppa 1962).

Vody z ponoru Prepadlé však predstavujú iba 7 až 25 % z celkového množstva vôd vyvierajúcich v prameni pred Važeckou jaskyňou. Ďalšia časť vôd pochádza zo strednotriasových karbonátov krasovej planiny Krieslo.

Ďalší väčší prameň vyviera pri železničnej stanici Východná s výdatnosťou 76—94 l/s. Časť podzemných vôd je drénovaná Bielym Váhom na Z od Važca a na J od Východnej.

Z hydrogeologického hľadiska je zaujímavá úžľabina epigeneticky zarezaného koryta Čierneho Váhu východne od Svarína, ktorá v dĺžke 2 km prerezáva pruh strednotriasových vápencov a dolomitov. Karbonáty v úžľabine, ako to potvrdili prieskumné práce predpokladaného priehradného miesta, sú silne skrasovatené. Niekoľkokrát opakovanými meraniami sa zistili značné straty povrchových vôd z Čierneho Váhu do podzemných krasových priestorov (obr. 3). V rokoch 1967—1969 sa tieto straty pohybovali od 115,0 l/s do 588,0 l/s, v predchádzajúcich rokoch i vyššie. Aj napriek možnosti ovplyvnenia výsledkov chybami z dôvodov merania veľkých prietokov, niekoľkokrát opakované hydrometrovania jednoznačne dokumentovali straty vody z Čierneho Váhu do krasových priestorov karbonátového komplexu. Problematickým zostáva zistenie miest výstupu týchto vôd na povrch.

Z hydrogeologického hľadiska si pozornosť zasluhuje problematika geologického a geografického povodia Bieleho a Čierneho Váhu, medzi ktorými je tektonický styk čiernovážskej a bielovážskej série. O odlišnosti ich geologického a geografického povodia svedčí spojitosť ponoru Prepadlé juhovýchodne od Važca (v geogra-

fickom povodí Čierneho Váhu s vodami vyvieračky Teplica vo Važci) v geografickom povodí Bieleho Váhu, preukázaná indikačnými skúškami (A. Droppa 1962). Podľa týchto výsledkov a na základe hydrogeologických úvah možno konštatovať, že celá časť Važeckého krasu inklinuje do povodia Bieleho Váhu. Rozhranie medzi oboma povodiami tvoria v podzemí nepriepustné lunzské vrstvy, ktoré vystupujú v odkryve v hornej časti Murnej doliny, čím geologické povodie Bieleho Váhu hlboko zasahuje do geografického povodia Čierneho Váhu. Tým si možno vysvetliť aj nedostatok prameňov z dolomitov čiernovážskej série medzi kótami Slamená — 1105,5 a Vyšné Sokoly — 1178,3 v geologickom povodí Čierneho Váhu a výdatné pramene z karbonátov bielovážskej série v povodí Bieleho Váhu medzi Važcom a Východnou a v týchto miestach zistené prítoky podzemných vôd do Bieleho Váhu.

Predchádzajúce poznatky potvrdzujú i spektrálne analýzy stopových prvkov vo vodách. Sledovaná asociácia stopových prvkov v ponoroch a prameňoch, pri ktorých bol predpoklad vzájomnej kontinuity, potvrdila vzťah medzi ponárajúcimi sa vodami v Prepadlom s vodami vyvieračky Teplica a prameňa na pravom brehu Bieleho Váhu vo Važci. Vo vodách všetkých troch zdrojov sa zistila prítomnosť Ag, ktoré sa nezistilo v prameňoch v povodí Čierneho Váhu, kde bol predpoklad vzájomnej kontinuity s vodami ponoru.

Hydrogeologicky významnú a plošne najväčšiu oblasť — karbonátový komplex Jánskej doliny — tvoria vápence a dolomity stredného triasu bielovážskej série tiahnúce sa od Ilanovskej doliny až po údolie potoka Boca. Z hľadiska zvodnenia najvýznamnejšie sú guttensteinské vápence, ktoré sú v oblasti Jánskej doliny silne skrasovatené. Spolu s čiastočne skrasovatenými reiflinskými vápencami a dolomitmi značne tektonicky porušenými tvoria jeden hydrogeologický celok. Infiltračná oblasť karbonátov je zväčšená o priklonené stráne kryštalinika ďumbierskeho masívu, z ktorých povrchové toky privádzajú vody prestupujúce do karbonátového komplexu v ponoroch na styku s karbonátmi, ako aj vnútri karbonátového komplexu. Na S klesajúci komplex karbonátov je intenzívne zvrásnený a na svojom severnom obvode sa stýka s hydrogeologicky nepriepustnými lunzskými vrstvami, ktoré ho oddeľujú od vrchnotriasových vápencov a dolomitov. Od Jánskej doliny ďalej na Z ležia vápence a dolomity bielovážskej série nad dolomitmi, resp. neokómskymi vápencami Ilanovskej série.

Štruktúru odvodňujú sústredené pramene prevažne na styku s nepriepustnými lunzskými vrstvami vo forme barierových prameňov. Medzi ne patria pramene južne od Závažnej Poruby s výdatnosťou od 0,5 do 16,0 l/s a zachytený prameň Brtkovica s výdatnosťou 2,0—6,7 l/s.

Ďalšiu časť puklinovo-krasových vôd odvodňujú erózne, puklinové, vrstevné a barierové pramene vo vnútri karbonátového komplexu. Najviac týchto prameňov vyviera v Jánskej doline. Koncentrované sú južne od Stanišovskej doliny (Stanišovo, Škopovo, Hlboké), menšia skupina prameňov je pri ústí potoka Biela do Jánskej doliny a v údolí potoka Boca. Ich výdatnosti sa pohybujú od 1,0 do 127,0 l/s. Do tejto skupiny možno zahrnúť vyvieračku Hlboké v Jánskej doline s výdatnosťou od 548,0 do 1182,0 l/s (tab. 3), ktorá predstavuje výstup ponorných vôd potoka Štiavnica. Ich spojitosť s vodami ponárajúcimi sa v po-

nore pri hájovni Pred Bystrou bola preukázaná fluoresceinom. Trojkilometrový podzemný úsek pretiekla voda za 9 hodín (P. Jezný 1959).

Samostatnú skupinu tvoria barierové pramene vyvierajúce z pruhu strednotriasových dolomitov a reiflinských vápencov s plochou 4,3 km^2 medzi Liptovským Jánom a Liptovskou Porúbkou, na styku s nadložnými lunzskými vrstvami. Ich veľká výdatnosť, zvýšená teplota vody a charakter chemizmu dokumentujú, že infiltračné oblasti sú v strednotriasových vápencoch a dolomitoch južne od Liptovskej Porúbky medzi Jánskou dolinou a potokom Boca, čo indikuje i hydrogeologický vrt HK-5. Je to skupina prameňov pri Liptovskej Porúbke a skupina prameňov na južnom okraji Liptovského Hrádku (Pod Zapačom), ktoré sú už čiastočne zachytené. Výdatnosť jednotlivých prameňov sa pohybuje od 18,0 do 49,3 l/s, sumárne predstavuje okolo 100,0 l/s (tab. 3).

Štruktúru odvodňujú i prestupy podzemných vôd z karbonátov do potoka Štiavnica v Jánskej doline (obr. 2) a do potoka Boca.

Najviac prameňov a najväčšie prestupy podzemných vôd do povrchového toku sa zistili v Jánskej doline, ktorá vznikla na význačnej tektonickej poruche smeru S—J a je skrasovatená. Oproti susednej Ilanovskej doline je hlbšie zahĺbená. V podstatnej časti Ilanovskej doliny vystupuje mohutná masa nepriepustných slienitých vápencov neokómu ilanovskej série (krížňanský príkrov). Neokómske súvrstvie slúži ako usmerňovateľ cirkulácie podzemných vôd bielovážskej série s úklonom vrstiev na S a na V v smere Jánskej doliny. Tým možno vysvetliť sústredenie prameňov v Jánskej doline, ktorá vlastne tvorí eróznu bázu podzemným vodám karbonátov bielovážskej série tejto oblasti.

Ďalšiu časť podzemných vôd bielovážskej série odvádzajú skrasovatené a popukané karbonáty ponárajúce sa pod paleogénnu výplň Liptovskej kotliny a podieľajúce sa na tvorbe termálnych vôd. Navŕtané boli vrtom v Liptovskom Jáne s výdatnosťou 61,0 l/s a s teplotou 28,6 °C; (A. Porubský 1968).

Z hydrogeologického hľadiska je zaujímavé, že väčšie množstvo podzemných vôd skryte prestupuje do potoka Štiavnica v hornej časti Jánskej doliny, kde je sústredená i väčšia časť prameňov väčších výdatností ako v dolnej časti doliny, t. j. severne od ústia Stanišovskej doliny. V dolnej časti sa zistili skryté prestupy podzemných vôd do Štiavnice len v období priemerných a zvýšených vodných stavov. V smere Michalovská dolina — Stanišovská dolina — Marušová, vystupuje na povrch hydrogeologicky nepriepustné lunzské súvrstvie. Možno usudzovať, že toto geologické rozhranie ovplyvňuje odvodňovanie karbonátového komplexu Jánskej doliny. V septembri 1966 vyvieralo sumárne v prameňoch hornej časti doliny okolo 155,0 l/s podzemných vôd a 135,0 l/s vôd prestupovalo skryte do potoka Štiavnica, v dolnej časti vyvieralo v prameňoch cca 35,0 l/s a 85,0 l/s prestupovalo skryte do Štiavnice.

Horná časť Jánskej doliny je podstatne viac skrasovatená s bohato rozvetvenými jaskynnými priestormi. Uvedené okolnosti sa odrazili aj v zmene mineralizácie vôd, a to v závislosti od dĺžky kontaktu infiltrovaných zrážkových vôd (resp. nízkomineralizovaných vôd kryštalinika) s horninovým prostredím v pozdĺžnom profile Jánskej doliny (tab. 4).

Medzi ponárajúcimi sa vodami v ponore pred Bystrou (882,0 m n. m.) v Ján-

Tab. 4

Zdroj	Horná časť doliny					Dolná časť	
	Sneh v uzávere doliny	Ponor Pred Bystrou	Prameň Hlboké	Prameň Škopovo	Prameň Stanišovo	Prameň Pod Bielym	Zotavovňa Ďumbier
Mineralizácia mg/l september 1966	14,5	82,7	133,8	281,3	322,4	307,6	412,2

skej doline a vodami vyvierajúcimi v prameni Hlboké na kóte 775,0 m v Jánskej doline sa zistila vzájomná spojitosť. V období nízkych stavov sa prakticky celé množstvo povrchových vôd, ktoré privádzajú potoky Bystrá a Štiavnica z kryštalického masívu Ďumbiera, stráca v ponore pred Bystrou v rozsiahlych jaskynných priestoroch, prípadne menšia časť sa stráca v ponoroch na dne koryta potoka Štiavnica severne od hájovne pred Bystrou (obr. 2). Celé ponárajúce sa množstvo vyviera opäť po 3 km dlhej podzemnej ceste v spomínanej vyvieračke Hlboké. Množstvo vyvierajúcich vôd je však o cca 15,0—20,0 % vyššie ako množstvo vôd infiltrujúcich v ponoroch. Táto časť vody pochádza pravdepodobne z infiltrácie do karbonátov masívu Na zadný — (1478,5 m). V suchšom období sa výdatnosť vyvieračky pohybuje od 548,4 do 727,03 l/s a z toho 115,0 l/s pochádza z doplňania podzemnými vodami. Pri vysokých stavoch bola výdatnosť vyvieračky 790,0—1180,0 l/s, avšak ešte okolo 500,0 l/s povrchových vôd preteká korytom potoka Štiavnica nad vyvieračkou, pretože ponor nestačí prijať všetky privádzané vody z kryštalinika. V minime je koryto potoka nad vyvieračkou suché.

Poslednú oblasť — karbonátový komplex Kráľovej Lehoty s plochou 38,5 km^2 tvoria vrchnotriasové dolomity, menej dachsteinské vápence bielovážskej série v širšom okolí Kráľovej Lehoty. Ich podložie tvorí hydrogeologicky nepriepustné súvrstvie lunzských pieskovcov a bridlíc. Na S sa ponárajú pod paleogénnu výplň Liptovskej kotliny. Značne popukané dolomity vytvárajú podmienky najmä pre puklinovú priepustnosť a iba lokálne pre krasovú priepustnosť v dachsteinských vápencoch južne od Hýb. Odvodňujú ho vrstevné pramene na styku s podložnými lunzskými vrstvami južne od Kráľovej Lehoty s výdatnosťou od 4,0 do 15,0 l/s, niekoľkými menšími eróznymi prameňmi v údolí Bieleho Váhu s výdatnosťami pod 3,5 l/s a zachyteným bariérovým prameňom v údolí potoka Hybica s výdatnosťou okolo 10,0 l/s. Najvýznamnejší z nich je prameň Mních v údolí potoka Boca, juhozápadne od Kráľovej Lehoty, ktorého infiltračnou oblasťou je priľahlá stráň kóty Mních budovaná dolomitmi vrchného triasu. Jeho výdatnosť sa pohybuje od 3,5 do 11,7 l/s (tab. 3).

Časť podzemných vôd prestupuje z komplexu vo forme skrytých prítokov do potoka Boca od Michalova po Kráľovu Lehotu, do potoka Hybica juhozápadne od Hýb, do Čierneho Váhu od Svarína po sútok s Bielym Váhom a do Bieleho Váhu od Čiernej doliny po sútok s Čiernym Váhom.

Charakter stálosti zdrojov puklinovo-krasových vôd bielovážskej a čiernovážskej

série vo vymedzených štruktúrach, odrážajúci ich hydrogeologický charakter, je zreteľný z tab. 3. Z rozsahu kolísania výdatnosti jednotlivých prameňov si možno urobiť určitý obraz o priepustnosti karbonátov vo vnútri jednotlivých komplexov.

Z tabuľky výdatnosti prameňov vidno (tab. 3), že prevažujú pramene s málo kolísavou výdatnosťou. Ide o také pramene, v ktorých sú podzemné vody viazané na popukané dolomitické komplexy dobre vyrovnávajúce podzemný odtok a s dobrou retenčnou schopnosťou. Na kolísanie výdatnosti má okrem hydrofyzikálnych vlastností horninového prostredia veľký vplyv charakter cirkulácie, čo dokumentuje veľmi malý rozkyv výdatnosti barierových prameňov v Spišskej Teplici (Nové Okno), v Liptovskej Porúbke, Pod Zapačom, prameňov vo Východnej so vzdialenými infiltračnými oblasťami a s hlbšou cirkuláciou podzemných vôd. Naproti tomu pramene erózne, puklinové, vrstevné s blízkymi infiltračnými oblasťami, s plytkou cirkuláciou, ako aj pramene viazané prevažne na skrasovatené strednotriasové vápence, majú vo všeobecnosti výdatnosti značne kolísavé (Stanišovo, Závažná Poruba, Nižný Chmelienec a iné), niektoré dokonca vysýchajú (Stanišovo, Škopovo).

Charakter skrasovatenia a puklinovitosti sa odráža i na formovaní chemizmu podzemných vôd. Mineralizácia puklinovo-krasových vôd skúmaného územia kolíše v pomerne širokom intervale. V podzemných vodách série Veľkého Boku je v intervale od 150,0 do 420,0 mg/l, s priemernou mineralizáciou 254,0 mg/l. Významným faktorom je tu stupeň skrasovatenia väčšinou vápenitých dolomitov, podmieňujúci rýchlejšiu cirkuláciu podzemných vôd.

Najvyššiu priemernú mineralizáciu, a to 453,0 mg/l s kolísaním mineralizácie v intervale 390,0—490,0 mg/l vykazujú podzemné vody lučivnianskeho karbonátového komplexu. Podmienená je vyššie mineralizovanými vodami hlbšej puklinovej cirkulácie v dolomitoch bielovážskej série.

V ostatných štruktúrach sa celková mineralizácia pohybuje od 248,0 do 585,0 mg/l, pričom priemerná mineralizácia týchto štruktúr je od 313,0 až 430,0 mg/l, a to v závislosti na skrasovatení a na podiele dolomitov na stavbe jednotlivých štruktúr. Okrem toho v čiernovážskej sérii je to tektonický štýl neumožňujúci hlbší obeh prevažne puklinových vôd (karbonátový komplex Čierneho Váhu) a v bielovážskej sérii hlbší obeh podzemných vôd najmä v karbonátovom komplexe Jánskej doliny a Kráľovej Lehoty.

Zo zhodnotenia chemizmu podzemných vôd jednotlivých štruktúr vyplýva, že podstatná časť podzemných vôd je viazaná na puklinové obehy v dolomitoch, resp. že ide o zmiešaný obeh v dolomitoch a vápencoch, čo je celkom v relácii s geologickými pomermi a s charakterom skrasovatenia a puklinovitosti jednotlivých štruktúr. V sérii Veľkého Boku je podľa S. Gazdu (1974) 34,8 % podzemných vôd viazaných na obehy vo vápencoch, 47,8 % na obehy v dolomitoch a 17,4 % pripadá na zmiešané obehy. V bielovážskej sérii je 5,7 % podzemných vôd svojím obehom viazaných na vápence, 31,4 % na dolomity a 62,9 % sú zmiešané obehy. V čiernovážskej sérii je 50 % vôd v dolomitoch a 50 % sú zmiešané obehy.

Do redakcie dodané 14. 5. 1976.

LITERATÚRA

1. BIELY, A., 1960: Chočský príkrov na severných svahoch Nízkych Tatier. Geologické práce, Správy 20, s. 127 — 134. Bratislava.

2. BIELY, A., 1962: Niekoľko tektonických a stratigraficko-litologických poznatkov z východnej časti Nízkych Tatier a Tríbeča. Geologické práce, Zošit 62, s. 205 — 218. Bratislava.

3. CALLAHAN, J. T. et al., 1960: Hydrogeology of limestone terrane in southwestern Georgia. Bull. Geol. Soc. Amer., 71, č. 12, časť 2, 80 s. New York.

4. DROPPA, A., 1962: Speleologický výskum Važeckého krasu. Geografický časopis. s. 264 — — 293. Bratislava.

5. DROPPA, A., 1963: Krasové javy v okolí Liptovskej Tepličky. Slovenský kras. s. 46 — 56. Liptovský Mikuláš.

6. DROPPA, A., 1967: Krasové javy v doline Bieleho Váhu. Geografický časopis, roč. XIX. Bratislava

7. ĎUROVIČ, V., 1968: Geologicko-petrografický výskum vulkanogénno-sedimentárnej (melafýrovej) série na severovýchodných svahoch Nízkych Tatier. Manuskript-archív Katedry petrografie. Bratislava.

8. FUSÁN, O. et al., 1963: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list Vysoké Tatry. Geofond. Bratislava.

9. HANZEL, V., 1966: Hydrogeologické problémy výskumu krasových vôd. Manuskript-archív PFUK. Bratislava.

10. HANZEL, V., 1970: Puklinovo-krasové vody série Veľkého Boku. Geologické práce, Správy 53, s. 5 — 20. Bratislava.

11. HANZEL, V., 1973: Hydrogeologický výskum chočského príkrovu a série Veľkého Boku Nízkych Tatier. Záverečná správa. Manuskript-Geofond. Bratislava.

12. HANZEL, V., 1973: Puklinovo-krasové vody Jánskej doliny v Nízkych Tatrách. Geologický průzkum, 15, č. 7, s. 208 — 211. Praha.

13. HANZEL, V., 1974: Podzemné vody chočského príkrovu a série Veľkého Boku na severných svahoch Nízkych Tatier. Západné Karpaty — séria hydrogeológia a inž. geológia, s. 7 — 64. Bratislava.

14. HANZEL, V., — Gazda, S., 1971: Niektoré poznatky o režime puklinovo-krasových vôd severovýchodných svahov Nízkych Tatier. Geologické práce, Správy 56. s. 5 — 25. Bratislava.

15. JEZNÝ, P., 1959: Speleologický výskum Jánskej doliny. Slovenský kras. Zborník Múzea slovenského krasu. s. 156 — 157. Liptovský Mikuláš.

16. MAHEĽ, M. ET AL., 1964: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list Banská Bystrica. ÚÚG, s. 270. Bratislava.

17. MAZÚR, E.—JAKÁL, J., 1968: Typologické členenie krasových oblastí na Slovensku. Slovenský kras, 7, 1967 — 1968, s. 5 — 40. Liptovský Mikuláš.

18. MAKSIMOVIČ, G. A., 1959: Osnovnyje typy i modul podzemnogo stoka karstovych oblastej. Doklady AN ZSSR, zv. 127, č. 5, s. 72 — 78.

19. MAKSIMOVIČ, G. A., 1956: Metody izučenija karsta. Učenyje zapiski Gosudarstvenogo Universiteta im. A. M. Gorkogo, Charkov.

20. PORUBSKÝ, A., 1968: Liptovsko-jánska žriedelná štruktúra a krasové vody. Slovenský kras, 6, s. 28 — 36. Liptovský Mikuláš.

21. PORUBSKÝ, A., 1959: Hydrogeologický výskum minerálnych prameňov v Liptovskom Jáne. Manuskript-archív IGHP. Žilina.

22. ZELMAN, J., 1967: Vzťah geologickej stavby a drobných štruktúr série Veľkého Boku na severovýchodných svahoch Nízkych Tatier. Acta geologica et geographica UK, Geologica, č. 12, s. 19 — 36. Bratislava.

23. ZOGOVIČ, D., 1962: Geološki sestav i hidrogeološke odlike Mljeta Knjiga II, serija B, s. 45 — 75. Beograd.

CREVICE-KARST WATERS IN THE NORTHWEST SLOPES OF THE LOW TATRAS AND THE INFLUENCE OF KARSTING ON THEIR REGIME

By Vladimír Hanzel

Summary

On the northeast Low Tatra declines there exists a significant accummulation of subterranean waters in the carboniferous complex series of Bok and Choč mountain cover. In dependance on the complex geologico-tectonic conditions it is possible to separate six structures of subterranean waters. It is a carboniferous complex of the Veľký Bok mountain series in the region of Liptovská Teplička called: the lučivniansky, čiernovážsky, važecko-svarínsky, carboniferous complex of Jánska dolina and Kráľova Lehota (fig. 1).

For the character of karsting and cracking the accummulation, the circulation and the regime of the subterranean waters is important. On the basis of the value of occurence of the karst phenomena in the individual structures there has been compiled a table of extension of the karst phenomena and their intensity of karsting. Karst phenomena are extended very unevenly, they are bound, especially on Triassic limestones, chemically easily soluble (Fig. 1). The uneven distribution of karst phenomena has been caused by the frequent changing of easily soluble limestones with dolomites. Apart from this fact the important factor for karsting is also the tectonic derangement of the rocks, and this is why karst phenomena are more concentrated in valleys that were tectonically overdisposed. In the direction of water-dividing ridges prevails crevicing over karstig. Boring in the structure of Veľký Bok hill the linear coefficient of karsting was 37,8 to 53,0 % when the greatest karsting appeared in 70,0 m depth below the level of the valley (Fig. 6). The karsting extent in valley sections are documented also by the result of hydrometric works (Fig. 2, 3, 4, 5), which point out to considerable losses of water from the surface streams into the subterranean spaces. On the basis of $CaCO_3$ quantity calculation which is removed from the individual structures annually (Fig. 2) has been ascertained that the greatest intensity of karsting processes exists in the Veľký Bok series and the lowest in the carboniferous complex of the Kráľova Lehota. The indicated facts show that in the individual structures it does not matter, but what mattersin the medium purely with karst permeability is the combination of karst and crevice permeability which is reflexed in the regime and the circulation of the subterranean waters. Owing to great karsting and crevicing of the carbonates, there occurs infiltration of considerable quantity of rainfall into the carbonates which are in the substantial part of the year without surface outlet and cause significant accummulations of crevice-karst waters.

The individual structures are drained by many substantial barrier, erose, crevice and layer sources, the swing of whose substantiality and temperature is given in Fig. 3. Another part of the subterranean waters from the carbonates is drained by surface streams that transversally cut the individual structures (Štiavnica, Hybica, Čierny Váh and etc.). Not an insignificant part of the subterranean waters comences the way of depth circulation below the Paleogène sediment of the Liptov and Poprad basins where it takes part in the creation of mineral and thermal waters, that have been intercepted by borings in Liptovský Ján and Gánovce.

From the fluctuation of the souces (Fig. 3) can be seen that sources with lesser fluctuating substantiality bound to broken dolomites with good retention capacity prevail. Only single souces mostly bound to karsted Middle Triassic limestones possess substantiality considerably fluctuating, and some such sources can completely dry up.

Mineralization of the subterranean waters fluctuates in a wide interval from 150,0 to 585,0 mg/l in dependance on karsting and the share of the dolomites in the building up of individual structures. A substantial part of the subterranean waters is bound to crevice circulation in the dolomites, or a mixed circulation in dolomites and limestones occurs which corresponds to the relation with the geological conditions and the character of karsting and crevicing in the individual structures.

PRÍSPEVOK K HYDROGEOLOGICKÝM POMEROM JASOVSKEJ JASKYNE

JURAJ ORVAN

The contribution deals with the individual possibilities of the inflow of the subterranean and surface waters into the karsted spaces of Jasovská cave, which occur below the local erosion base of the Bodva valley. He evaluates the regime of the subterranean waters of the cave and shows the possible alternatives of the solution, how to eliminate or preventively impose limitation to the flooding.

ÚVOD

V Jasovskej jaskyni pri výdatnejších dažďoch hladina vody stúpa a znemožňuje prehliadku prístupnejších častí jaskynného systému často aj na dlhšie obdobie, najmä v čase turistickej sezóny. Opakované zaplavovanie jaskyne dalo podnet k hydrogeologickým prieskumným prácam zameraným najmä na riešenie týchto otázok:

1. Vzťah podzemných vôd v jaskynných priestoroch s vodami riečnych náplavov Bodvy a so zrážkami.
2. Vzťah podzemných vôd v jaskyni s vodami v otvorených tokoch Bodvy a jej prítokov.
3. Možné alternatívy vtoku podzemných vôd do jaskynných priestorov, ako aj odtoku z nich.
4. Možnosti zamedzenia infiltrácie vôd do jaskynných priestorov.

Súčasťou prieskumných prác bolo pravidelné pozorovanie hladín podzemných vôd v jaskynných priestoroch, na povrchových tokoch, ako aj v riečnych náplavoch Bodvy, hydrometrovanie mlynského náhonu a potoka Teplica, stopovacie skúšky fluoresceínom, overenie priepustnosti riečnych náplavov Bodvy v priestore pod mlynským náhonom, ako aj čerpacia skúška zo zaplavených jaskynných priestorov.

V tomto príspevku sú zhrnuté výsledky hydrogeologického prieskumu Jasovskej jaskyne realizovaného v rokoch 1971—1974 aj s návrhom príslušných opatrení.

Geomorfologickými a hydrologickými pomermi Jasovskej jaskyne sa zaoberal už A. Droppa (1965), ktorý uvádza, že najnižšie časti jaskyne sa nachádzajú až 6 m pod hladinou Bodvy. Ďalej analyzuje niektoré možnosti vtoku podzemných vôd do jaskyne, ako aj ich odtoku. Za možné vtokové cesty vôd do jaskyne pokladá jarček z jaskyne Kamenná pivnica, ktorý je pravdepodobne živený priesakom vôd z mlynského náhonu, a ako ďalšiu pravdepodobnú príčinu udáva stúpanie hladiny podzemnej vody v alúviu Bodvy. Avšak proti priamej súvislosti s vodami toku Bodvy uvádza fakt, že v takomto prípade by museli byť spodné časti jaskyne trvalo zaplavené. J. Himmel (1958) v súvislosti s popisom Jasovskej jaskyne uvádza farbiacou skúškou zistenú súvislosť vôd z Kamennej pivnice s vodami Jasovskej jaskyne. Keďže odtok nebol pozorovaný, autor sa domnieva, že vody z jaskyne odtekajú do náplavov Bodvy pod jaskyňou.

J. Orvan (1974) sa v súvislosti s hydrogeologickým prieskumom celej Jasovskej planiny zaoberal pozíciou samotnej Jasovskej jaskyne v komplexe súvislého skrasovatenia celého východného okraja Jasovskej planiny, čo súčasne prispelo k ozrejmeniu hydrogeologických pomerov aj samej jaskyne.

STRUČNÝ PREHĽAD GEOLOGICKÝCH A HYDROGEOLOGICKÝCH POMEROV

Jasovská jaskyňa sa nachádza na východnom okraji Slovenského krasu v údolí rieky Bodvy. Vlastné priestory jaskyne sú vymodelované v tzv. Jasovskej skale tvorenej vápencami stredného triasu. Územie je súčasťou Jasovskej planiny, ktorú možno hydrogeologicky začleniť do hačavsko-jasovskej hydrogeologickej štruktúry.

Geologicky Jasovskú planinu, a tým aj jaskyňu, tvorí mohutné súvrstvie svetlosivých vápencov stredného a vrchného triasu. Pod nimi vystupujú modrosivé (guttensteinské) vápence s polohami svetlejších dolomitov (anis). Na poklesnutej (východnej) kryhe Jasovskej planiny sa v okolí obce Debraď usadili v pliocéne íly a štrky.

V severnej časti územia, v údolí potoka Teplica je vápencový komplex stredného triasu nasunutý na nekrasový komplex paleozoických hornín tzv. rožňavsko-železnícko-meliatskej série tvorenej zlepencami, pieskovcami a bridlicami s polohami kremenných porfýrov a miestami diabázových pyroklastík.

Samotný vápencový masív stredného triasu je prestúpený tektonickými líniami rôznej orientácie, ktoré postihli vápencový masív so striedavou intenzitou a majú preto rôzny hydrogeologický význam. Jednotlivé tektonické línie podmienili druhotne rôzny stupeň skrasovatenia základného masívu. Napr. vlastná Jasovská planina predstavuje kryhu poklesnutú pozdĺž zlomovej línie tiahnúcej sa údolím potoka Drienovec, takže dnes je čiastočne z povrchu prekrytá sedimentami pliocénu a samotný vápencový komplex zasahuje hlboko pod miestnu eróznu bázu údolia Bodvy. Údolie Bodvy vyplňujú riečne náplavy rôzneho stupňa priepustnosti, od značne zahlinených štrkov po dobre priepustné vytriedené štrky, z po-

vrchu prekryté vrstvou náplavových hlín. Pod riečnymi náplavami sa nachádzajú taktiež strednotriasové vápence najvýhodnejšej — poklesnutej kryhy.

K ďalším významným zlomovým líniám patrí zlom prebiehajúci z údolia Bodvy cez Bezodnú studňu, prameň sv. Jána v Debradi, prameň sv. Ladislava smerom k Turni. Ďalšou charakteristickou líniou (aj keď morfologicky málo výraznou) je zlom tiahnúci sa od prameňa Teplica smerom na juh k Drienovcu.

Niekoľko zlomov smeru V—Z sa zaznamenalo aj na severnom okraji planiny a predstavujú medziiným aj tektonické obmedzenie vápencovej kryhy budujúcej Jasovskú skalu, v ktorej sa nachádzajú priestory Jasovskej jaskyne.

Okrem niektorých významnejších zlomových línií prestupuje masív Jasovskej planiny množstvo dielčích zlomov väčšinou priečnej tektoniky.

K posúdeniu prúdenia krasových vôd v samotnej jaskyni je dôležitá morfologická konfigurácia najvýchodnejšej časti Jasovskej planiny lemovanej od S údolím potoka Teplica a od V údolím Bodvy od Jasova po Moldavu.

Strmá stráň planiny a priľahlé územie v užšom, miestami v širšom pruhu, sú porušené okrem priečnej tektoniky svahovými deformáciami (N e š v a r a 1973), takže skrasovatenie je tu najintenzívnejšie. Okrem vlastnej Jasovskej jaskyne sa tu vytvoril celý rad jaskynných priestorov (jaskynný systém pri prameni Teplica, Bezodná studňa, jaskyňa Helena, Moldavský jaskynný priestor a ďalšie menšie jaskynné priestory nachádzajúce sa medzi nimi.

Dôležitým faktorom pri vývoji údolia Bodvy je jeho súvis so skrasovatením priľahlých karbonatických hornín. Skrasovatenie, čo do úrovne pod miestnu eróznu bázu Bodvy, súvisí s maximom hĺbkovej erózie. Po tomto nasledovala fáza akumulačná, kedy sa koryto Bodvy zaštrkovávaním zvyšovalo a povrch údolnej nivy dosiahol väčšiu výšku ako stropy jaskynných priestorov (H o m o l a 1951).

K spoznaniu charakteru zvodnenia vápencového masívu je potrebné objasniť niektoré prvky prúdenia krasových vôd. Podzemné vody vlastného skrasovateného masívu, ako aj priľahlých riečnych náplavov Bodvy, sa vytvárajú infiltrovaním zo zrážok. Striedanie zrážkovo bohatých období s obdobiami na zrážky chudobné podmieňuje kolísanie hladiny podzemných vôd nielen v masíve skrasovatených vápencov, ale aj v riečnych náplavoch Bodvy. Režim podzemných vôd v obidvoch týchto zvodnených prostrediach môže mať určité zvláštnosti; kým vápencový masív dotujú zrážky, ktoré spadli bezprostredne na povrch planiny, hladinu v riečnych náplavoch Bodvy môžu ovplyvňovať aj zrážky, spadnuté v hornej časti povodia Bodvy, ako aj prítoky zo susedných území. Vody vápencového masívu odtekajú po skrasovatením rozšírených zlomových pásmach k okraju planiny vo forme krasových vyvieračiek. Pri vyšších stavoch hladiny krasových vôd pôsobia niektoré jaskynné systémy ako občasné vyvieračky, pri nízkych stavoch sa dostáva krasová voda hlbšie pod miestnu eróznu bázu, kde sa vytvárajú retencie krasových vôd, ktorých hladina je často na nižšej úrovni ako hladina v riečnych náplavoch Bodvy. Zvyčajne sa na tom podieľa nízka priepustnosť riečnych štrkov v pásme pri okraji údolia, ako aj v úrovni blízkej ich báze.

Na východnom a severnom okraji Jasovskej planiny je pre prúdenie krasových vôd významná priečna tektonika. Podľa charakteru zlomov (zlomy priepustné

alebo nepriepustné — utesnené) pôsobia niektoré zlomy ako priečne drény, niektoré ako priečne bariéry. Samotná existencia týchto zlomov vylučuje vzájomnú hydraulickú súvislosť krasových vôd jednotlivých skrasovatených priestorov pozdĺž severného a východného okraja Jasovskej planiny, pretože priečne zlomy vyvádzajú krasové vody z masívu Jasovskej planiny do údolia Bodvy vo forme prameňov alebo skryte do riečnych náplavov a do podložných vápencov. Teda nepredpokladáme súvis vôd vyvierajúcich v prameni Teplica s vodami Jasovskej jaskyne, ďalej vôd z Jasovskej jaskyne s prameňom v lome a prameňmi vyvierajúcimi nižšie v údolí Bodvy.

Údolie Bodvy v najbližšom okolí Jasovskej jaskyne vypĺňajú štrkopiesčité náplavy s celkovou hrúbkou do 6 — 6,7 m. Z výsledkov orientačných skúšok na sondách možno usúdiť, že štrkopiesčité náplavy Bodvy v tomto priestore sú najpriepustnejšie v povrchových častiach ($k = 1{,}52 \times 10^{-3}$ m/s), kým smerom k báze priepustnosť klesá z hodnoty 7×10^{-4} m/s v hĺbke 3,20 m na $5{,}5 \times 10^{-4}$ m/s v hĺbke 5,5 m.

ROZBOR FAKTOROV PODIEĽAJÚCICH SA NA ZAPLAVOVANÍ JASKYNE

Samotné režimné pozorovania priniesli množstvo zaujímavých poznatkov o režime vôd Jasovskej jaskyne. Napr. obdobie od 11. do 30. mája 1972 bolo bohaté na zrážky. Ich celomesačný úhrn bol 143,2 mm, čo predstavuje 181 % mesačného normálu, avšak už v apríli 1972 bol mesačný úhrn 65,3 mm. Hladiny v náplavoch začali preto stúpať už v druhej polovici tohto mesiaca, no výraznejší vzostupný trend zaznamenali až v priebehu mája. Po stúpnutí hladiny v náplavoch sa začalo prejavovať aj stúpanie hladiny v jaskynných priestoroch, kde maximum bolo v niektorých prípadoch pred, v niektorých po maxime v náplavoch Bodvy. Hladina v jaskynných priestoroch sa zvýšila až o 2,25 m (Veľký dóm) a 1,78 m (Studňa v Bludisku). Stúpanie v riečnych náplavoch bolo najintenzívnejšie v pozorovacej trúbke P — 2 (2,74 m).

V septembri 1972 bol mesačný úhrn zrážok 106,8 mm, čo značí 197,7 % mesačného normálu. Dňa 11. septembra 1972 boli intenzívne zrážky, ktorých denný úhrn predstavoval 66,5 mm. Intezívne zrážky v hornej časti povodia Bodvy podmienili aj stúpanie hladiny Bodvy o 58 — 79 cm a po zvýšení prietoku v potoku Teplica sa enormne zvýšil aj prietok mlynským náhonom (na vodočtoch sa to prejavilo stúpaním hladiny o 31—49 cm). Zvýšenie hladín na vodných tokoch bolo krátkodobé. Avšak 11. septembra začala náhle stúpať aj hladina vody v jaskyni. Stúpnutie hladiny vo Veľkom dóme bolo 2,78 m, v Dóme netopierov 1,91 m. Amplitúda stúpnutia hladín na tokoch ako aj v náplavoch Bodvy sa skončila v období medzi 15.—20. septembrom 1972, no v jaskynných priestoroch trvala omnoho dlhšie; skončila sa medzi 10. a 15. októbrom 1972. Zrážky a nimi vyvolané stúpnutie hladiny na Bodve tu bolo krátkodobé a nestačilo výraznejšie ovplyvniť hladiny v riečnych náplavoch. Hladina podzemnej vody stúpla najviac v pozorovacej trúbke P — 2, ktorá reaguje podobne ako pozorovacie objekty v samotnej jaskyni.

Na stúpnutí hladiny v jaskynných priestoroch sa v tomto prípade podieľali zrážky a zvýšený prietok v mlynskom náhone. Stúpnutie hladín v jaskyni bolo pomerne náhle, ale pokles (t. j. odtok vôd z jaskyne) napriek tomu, že faktory, ktoré podmienili stúpnutie, prestali pôsobiť, bol značne pomalší. Priebeh stúpnutia hladiny v jaskynnom systéme bol tiež ovplyvnený preniknutím povrchovej vody z Bodvy do miest tzv. Schullerovho jazera a odtiaľto do nižšie položených priestorov. Pri ďalšom charakteristickom stave hladín v apríli 1973 boli povrchové toky prakticky bez zmien, avšak v jaskynných priestoroch sa prejavilo zvýšenie hladiny vo Veľkom dóme o 1,88 m, v studni v Bludisku o 1,2 m. Maximum tejto amplitúdy bolo 1. a 20. apríla 1973 a výdatnejšie zrážky boli 13. apríla 1973. Z hladín v riečnych náplavoch významnejšie reagovala iba hladina v pozorovacej trúbke P — 2, ktorá stúpla o 1,19 m a to približne na úroveň hladiny vo Veľkom dóme. Zvýšenie hladiny v mlynskom náhone bolo bezvýznamné. V tomto prípade možno pripísať stúpnutie hladín miestnym zrážkam (t. j. zrážkam, sústredeným na oblasť a najbližšie okolie Jasovskej skaly).

V júni 1973 bol mesačný úhrn zrážok 188,3 mm, čo predstavuje 223,1 % nad dlhodobým mesačným normálom. Hladiny v jaskynných priestoroch začali stúpať už začiatkom júna, najmä po výdatnejších zrážkach 3. júna 1973, kedy spadlo 63,8 mm. Priemerná hodnota stúpania hladiny v jaskyni bola 2,5 m a maximum dosiahla v období medzi 10.—12. júnom 1973.

V októbri 1974 bol mesačný úhrn zrážok 242,0 mm, čo predstavuje 432,3 % dlhodobého mesačného normálu. Z toho len v dňoch 20. a 21. októbra 1974 spadlo 95,4 mm, čo je 177 % nad dlhodobý mesačný normál. Výsledkom toho bola povodeň — zaplavenie takmer celej údolnej nivy Bodvy ako aj zatopenie celej jaskyne 21. októbra 1974. Celkové zvýšenie hladín v jaskynných priestoroch bolo možné zmerať až po klesnutí hladín, a to len podľa stôp zanechaných vodou v priestoroch, kde sa nachádzali fixné značky. V tom období samotné zvýšenie hladiny vo Veľkom dóme bolo približne 6,20 m a v Dóme netopierov cca 4,5 m.

Takýto stav bol vhodný k realizácii čerpacej skúšky, ktorá sa uskutočnila 30. októbra 1974. Dvadsaťjeden dní sa čerpala voda zo zaplaveného Starého dómu. Začiatočné množstvo odčerpávanej vody bolo 7,2 l/s. Dňa 5. novembra 1974 sa zvýšilo na 12,3 l/s, od 18. novembra sa čerpalo množstvo vody upravené na 8,5 l/s.

Za obdobie čerpacej skúšky poklesla hladina vody v Starom dóme o 2 m, čo podmienilo priemerný pokles hladín aj v ostatných sledovaných jaskynných priestoroch. V Dóme netopierov predstavoval pokles hladiny hodnotu 150 cm (z kóty 254,10 na kótu 252,6 m). Vo Veľkom dóme poklesla hladina v období od 7. novembra do 18. novembra 1974 z kóty 253,9 na kótu 252,8 (t. j. o 110 cm). Úroveň terénu pri vchode do jaskyne je 255,7 m.

Po skončení čerpania v Starom dóme za prvé dve hodiny hladina vody vystúpila o 75 cm, za ďalších 14 hodín ešte o 30 cm.

Možno povedať, že najviac bola znížená hladina v Starom dóme, kde sa inštalovali čerpadlá. Zníženie hladiny v tomto priestore možno prirovnať k zníženiu

hladiny v centrálnej studni. V ostatných sledovaných jaskynných priestoroch bolo zníženie hladiny primerane menšie podľa tvaru depresného kužeľa a samotná hladina sa tu chovala ako hladina v obvodových studniach.

Hodnota stúpnutia hladiny v Starom dóme po skončení čerpania predstavuje vlastne rozdiel zníženia hladiny v centrálnom čerpanom objekte v pomere k hodnote zníženia hladiny v obvodových objektoch (Dóm netopierov a Veľký dóm). Teda za efektívnu hodnotu zníženia hladiny môžeme pokladať hodnoty 110—115 cm namerané v Dóme netopierov a vo Veľkom dóme, kde hladina po skončení čerpacej skúšky sa viacmenej stabilizovala. K zníženiu hladiny o túto hodnotu bolo potrebné vyčerpať z jaskynných priestorov cca 19 612 m^3 vody.

ZHRNUTIE VÝSLEDKOV

Hlavnou, aj keď nepriamou, príčinou zaplavovania Jasovskej jaskyne je poloha skrasovatených priestorov v úrovni pod miestnou eróznou bázou údolia Bodvy. Jeho povrch je vo výške 255,7 — 257,3 m n. m., dno jaskynných priestorov vo výške cca 248 m n. m. Tento jav je charakteristický pre všetky skrasovatené priestory Jasovskej planiny (Orvan 1975).

Pohyb hladiny vody v jaskyni ovplyvňujú v zásade dve zložky infiltrácie. Vertikálnu zložku predstavujú zrážky vo forme dažďa alebo snehu spadnuté priamo v oblasti Jasovskej skaly alebo v najbližšom okolí. Ak prevláda táto zložka, hladina v jaskynných priestoroch stúpa väčšinou súčasne vo všetkých skrasovatených priestoroch. K horizontálnym zložkám prítoku vôd do jaskyne patrí infiltrácia z:

a) mlynského náhonu,
b) povrchovej vody Bodvy,
c) riečnych náplavov Bodvy.

a) Infiltráciu povrchových vôd z mlynského náhonu jednoznačne preukázala stopovacia skúška a hydrometrovanie mlynského náhonu. (Pri stopovacej skúške sa roztok fluoresceinu naliaty do mlynského náhonu objavil v jaskynných priestoroch). Merania priesakov na mlynskom náhone ukázali, že v úseku náhonu medzi vchodom do jaskyne Pivnica a mlynom sú straty na prietoku (pri nízkych a priemerných stavoch 20 — 30 %) a že priamo úmerne stúpajú s prietočným množstvom.

b) Hladina v jaskyni stúpa aj následkom priameho vplyvu povrchovej vody z Bodvy a jej prúdením do skrasovatených priestorov. Napr. 11. novembra 1972 sa po pretrhnutí hrádze Bodvy dostala povrchová voda do priestoru bývalého tzv. Schullerovho jazera v blízkosti mlyna. Ide o terénnu depresiu založenú pravdepodobne v mieste intenzívneho skrasovatenia vápencov v podloží riečnych náplavov Bodvy. Povrchová voda má možnosť komunikovať cez tieto skrasovatené dutiny do jaskynných priestorov.

c) Najdôležitejšou horizontálnou zložkou prítoku vôd do jaskyne sú prítoky podzemných vôd z riečnych náplavov Bodvy do jaskynných priestorov. Podzemné vody sa do jaskynných priestorov dostávajú v priestore medzi vchodom do

jaskyne Pivnica a mlynom. Izočiary hladiny podzemnej vody ukazujú infiltráciu podzemných vôd v podobe usmerneného prúdu.

Prúdenie podzemných vôd z riečnych náplavov do jaskynných priestorov sa vyznačuje istými zvláštnosťami, pri ktorých významnú úlohu hrá úroveň hladiny podzemnej vody v riečnych náplavoch Bodvy.

Za nízkych stavov sú pomerne veľké spády medzi vodami riečnych náplavov a medzi podzemnými vodami jaskyne. Tieto dve rôzne úrovne hladín nemajú prirodzenú tendenciu sa vyrovnávať.

Až pri zvýšení hladiny podzemnej vody v náplavoch Bodvy sa rozdiely medzi hladinami v náplavoch a v jaskyni začínajú vyrovnávať, a to zvýšenou infiltráciou formou *prelievania* podzemných vôd z náplavov do jaskynných priestorov.

Vyrovnávanie hladín medzi uvedenými dvoma rôznymi prostrediami len za vyššieho stavu hladín v náplavoch naznačuje, že sa tak deje viacmenej v povrchovej vrstve náplavov a cez relatívne priepustnejšiu zónu, kým v nižších úrovniach sú náplavy menej priepustné a vytvárajú prúdiacim podzemným vodám bariéru.

Okrem vplyvu zonálnosti riečnych náplavov vo filtračných parametroch sa na mechanizme prúdenia vôd z náplavov do jaskynných priestorov môže podieľať aj vplyv miestneho skrasovatenia vápencového masívu na styku s riečnymi náplavmi. To znamená, že vápencový masív môže byť od určitej výškovej úrovne smerom nahor priepustnejší.

Pri zvýšení hladiny v riečnych náplavoch Bodvy môže byť dôležitým momentom aj zvýšenie tlaku vodného stĺpca na skrasovatené vápence v podloží náplavov, čím sa vyvolá prúdenie vôd z náplavov cez skrasovatené vápence v podloží do jaskynných priestorov. Preto o horizontálnych zložkách infiltrácie možno povedať, že hladina podzemnej vody v jaskynných priestoroch pri pôsobení či už všetkých súčasne, alebo len niektorej z uvedených väčšinou nestúpa súčasne. V niektorých prípadoch (pri vniknutí väčšieho množstva vody z mlynského náhonu alebo cez tzv. Schullerovo jazero) vznikli v jaskynných priestoroch z rozdielu hladín občasné vodné toky.

Kolísanie hladiny v Bodve nemá bezprostredný súvis s hladinou vôd v jaskynných priestoroch.

MOŽNÉ ALTERNATÍVY OPATRENÍ K ZAMEDZENIU VPLYVU ČINITEĽOV PODIEĽAJÚCICH SA NA ZAPLAVOVANÍ JASKYNE

V období intenzívnych a dlhotrvajúcich zrážok a pri jarnom náhlom topení väčšej snehovej pokrývky bude sa na zaplavovaní jaskynných priestorov podieľať viacmenej vertikálna zložka pred horizontálnou. V období náhlych prívalov v Bodve, náhleho stúpania hladiny podzemných vôd Bodvy a zvýšeného prietoku v mlynskom náhone bude mať prvoradý, negatívny vplyv na hladinu v jaskyni horizontálna zložka infiltrácie.

Pôsobenie niektorých horizontálnych zložiek možno vylúčiť alebo oslabiť. Nevýhodou pri navrhovaní opatrení je výšková úroveň zaplavovaných jaskynných priestorov v pomere k povrchu údolnej nivy Bodvy, resp. k vlastnej eróznej

báze, t. j. k toku Bodvy. Samotná poloha zaplavovaných skrasovatených priestorov pod miestnou eróznou bázou údolia Bodvy znemožňuje dosiahnuť ich odvodnenie prirodzenou drenážou.

Účinným bude zamedzenie vsaku povrchových vôd z mlynského náhonu buď jeho zrušením alebo ponechaním minimálneho prietoku 20—30 l/s.

Utesnenie priestoru bývalého Schullerovho jazera v blízkosti mlyna. Aj keď úpravou koryta Bodvy sa zmenšilo nebezpečie vnikania povrchových vôd do tohto priestoru, vylúčením tohto vplyvu sa zamedzí vsak povrchových vôd cez skrasovatené dutiny do jaskynných priestorov.

Možnosť obmedzenia infiltrácie vôd z riečnych náplavov do jaskynných priestorov v smere vtoku vôd do jaskyne treba posudzovať z viacerých hľadísk. Ak sa do jaskynných priestorov dostávajú vody riečnych náplavov cez ich povrchovú viacej priepustnú vrstvu, dal by sa zmenšiť ich vplyv tesniacou clonou umiestenou pozdĺž mlynského náhonu. Ak však vápencové podložie náplavov je intenzívnejšie skrasovatené, mohla by pri zvýšení hladiny v náplavoch prúdiť voda z nich do jaskynných priestorov. Pri existencii takéhoto prúdenia by tesniaca clona nebola účinná. Odvodniť jaskynné priestory v smere, kde vody z jaskyne majú prirodzenú tendenciu odtekať do náplavov sa ukazuje možné len za pomoci použitia prečerpávania prípadne drénovaných vôd do Bodvy.

Vplyv zrážok (vertikálnej zložky infiltrácie) nemožno vylúčiť. Je však možné obmedziť následky zaplavenia jaskyne, nech ich už spôsobila ktorákoľvek zložka a to odčerpávaním vôd z jaskyne. Pravda, najmenšia účinnosť čerpania bude v čase kulminácie najintenzívnejšieho prítoku vôd do jaskyne. Zníženie hladiny vody v jaskyni odčerpávaním vôd bude najúčinnejšie v čase, keď už hlavné zdroje napájania prestali v zvýšenej miere pôsobiť. Z toho vyplýva, že preventívnym čerpaním v čase stúpania hladín v jaskyni bude možné v určitých prípadoch zamedziť zaplaveniu jaskyne na nežiadúcu úroveň.

Do redakcie dodané 21. 4. 1976.

LITERATÚRA

1. BYSTRICKÝ, J., MAZÚR, E., JAKÁL, J., 1972: Karst of Czechoslovakia. Important Karst Regions of the Northern Hemisphere. Elsevier publishing company Amsterdam, s. 297 — 323.
2. CIBULKA, L., 1968: Bezodná studňa. Hydrogeologický prieskum. Archív IGHP Žilina.
3. DROPPA, A., 1965: Geomorfologický a hydrologický výskum Jasovskej jaskyne. Slovenský kras V. 1963 — 1964. Liptovský Mikuláš.
4. HIMMEL, J., 1958: Jeskyně a vyvěračky východní části Jasovské planiny v jihoslovenském krasu. Archív Múzea slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši.
5. HOMOLA, V., 1961: Geologické poměry Jasovské plošiny v jihoslovenském krasu, Sborník prací VŠB Ostrava, č. 7.
6. MAZÚR, E., JAKÁL J., A KOL.: Slovenský kras, regionálna fyzicko-geografická analýza. Geografická práce, roč. II, číslo 1—2.
7. NEŠVARA, J., 1974: Deformace krasových masívů Západních Karpat. Sborník geologických věd HIG, sv. 11. ÚÚG. Praha.
8. ORVAN, J., 1974: Príspevok k poznaniu obehových ciest podzemných vôd východnej časti Slovenského krasu. Zborník k aktuálnym hydrogeologickým problémom z príležitosti VI. celoštátnej hydrogeologickej konferencie v Košiciach.

9. ORVAN. J., 1974: Hačavsko-jasovská hydrogeologická štruktúra. Hydrogeologický prieskum. Správa IGHP pre vodorozvoj Bratislava — Archív IGHP Žilina.
10. ORVAN, J., 1975: Jasovská jaskyňa — hydrogeologický prieskum. Správa IGHP Žilina pre Správu slovenských jaskýň Liptovský Mikuláš.
11. ŠUBA A KOL., 1973: Slovenský kras a Turňanská kotlina — vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Správa IGHP pre SGÚ Bratislava. Archív IGHP — Žilina.

К ИЗУЧЕНИЮ ГОДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ЯСОВСКОЙ ПЕЩЕРЕ

Юрай Орван

Р е з ю м е

Карстовое пространство в Ясовской пещере распространяется под местную базу эрозии реки Бодва, что вызывает ее периодическое затопление при повышении уровней. Согласно данным гидрогеологического исследования в затоплении участвуют в принципе два элемента инфильтрации. Вертикальный элемент представлен осадками, выпавшими прямо в области Ясовской скалы. Если преобладает этот элемент, уровень воды поднимается в пещере сразу во всем карстовом пространстве.

К горизонталным элементам притока вод в пещеру относистя инфильтрация:
— из мельничного лотка
— из случайного просачивания поверхностных вод
— из речных наносов реки Бодва.

Интересным моментом является то, что при низких и изменчивых уровнях в наносах Бодвы наблюдаются относительно высокие спады между уровнями вод речных наносов и между уровнем в пещере.

Эти два уровня не имеют естественной тенденции выровниться. Уровень в пещере заметнее подвержен влиянию лишь при значительном повышении уровня в речных наносах. Подземные воды речных наносов инфильтруются в пещеру прежде всего из пространства севернее мельничного лотка, причем через поверхностный легко пропускающий слой речных наносов и, вероятно, через карстовое пространство в известняках лежачего бока речных наносов.

Результаты исследований позволил многое предложить для уменьшения влияния всех отрицательных факторов, которые участвуют в затоплении пещеры, включая прямую откачку воды из пещеры, что бы имело и превентивный характер.

SPELEOLUMINISCENCE

JOSEF SLAČÍK

Die Anwendung der Lumineszenzanalyse in der Speläologie ist bis heute wenig verbreitet, aber die jetzigen Erfahrungen zeigen, daß es eine Menge Applikationen gibt, die man überprüfen, begründen und letzten Endes auch in der speläologischen Praxis verbreiten muß. Die Bedeutung der Lumineszenzanalyse wird davon abhängen, inwieweit sie es fertigbringen wird, leicht, verläßlich und mit einer Beschränkung von störenden Eingriffen ins Höhlenmilieu auf ein Minimum, Informationen über die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Objekten in der Natur und über die Zusammenhänge zwischen diesen Eigenschaften und den Bedingungen, unter denen die gegebenen Objekte entstanden oder in das Milieu der Höhle gelangten, zu geben.

1. Úvod

V současné speleologii se uplatňují poznatky a metody z mnoha odvětví přírodních, technických a humánních věd, některé sportovní disciplíny a zasahují do ní i některé aspekty společenských věd. Často bylo možno aplikovat zkušenosti ze speciálních oborů přírodních věd i při výzkumu v tak neobvyklém prostředí, jako jsou přirozené podzemní prostory ve vápencových masivech.

Vedle geologických disciplín se již běžně uplatňují aplikovaná mineralogie, výzkum fysikálně-chemických parametrů a geofysikální metody. Stranou stála dosud luminiscenční analýza, která si v celé řadě vědních i technických oborů již našla své významné místo. Z aplikací luminiscenční analýzy v oblasti geologie jmenujme namátkou prospekci naftonosných horizontů, indikaci a prospekci některých minerálů, jako např. scheelitu a zirkonu, a identifikaci některých minerálů a drahokamů (Danckwortt a Eisenbrand, 1964).

Mnoho speleologů se v jeskyních setkalo s luminiscencí při fotografování. Účinkem bleskového světla a zejména moderních elektronických fotoblesků se v sintrových útvarech excituje obvykle nazelenalé sekundární záření — fosforescence (Dittrich, 1958/59; Henne a Krauthausen, 1965 a jiní).

Někteří autoři se problematikou luminiscence v jeskyních zabývali podrobněji. Staršími pracemi jsou články Bambera (1952), Ingalise (1953) a O'Briena (1956). Velmi důkladně se fotoluminiscencí v jeskyních zabýval Dittrich (1958/59, 1959a,b). Cigna (1958) publikoval zajímavé

výsledky studia fluorescenčních spekter sintrů. Zmínky o luminiscenčních vlastnostech sintrů a krápníkové výzdoby publikovali Lebeděv (1964), Běljak (1969), Kropačev, Gorbunova a Fedorov (1970), Burkhardt a Nesrsta (1970) a jiní. Buschbeck (1974) publikoval kvalitativní popis jevů při prohlídce některých jeskyní s UV-lampou.

Autor se zabývá problematikou fotoluminiscence od roku 1971. Navázal na některé citované práce a studoval podrobněji luminiscenční vlastnosti hornin a minerálů v jeskyních, některé aspekty luminiscenční analýzy a jejich konkrétní aplikaci pro výzkum jeskyní a využití luminiscenčních jevů pro zvýšení atraktivnosti turistických jeskyní (Slačík 1971, 1972, 1973a,b,c, 1974, 1975a,b). Vedle kalcitu jsou předmětem studia luminiscenčních vlastností i jiné minerály, vyskytující se v jeskyních, zejména sádrovec, anhydrit (1975c), opál (Lysenko a Slačík, 1975) a jiné.

Shrnutí základních zkušeností o luminiscenčních typech bylo publikováno na 1. symposiu Komise UIS pro studium fysikálně-chemických procesů v krasu v Granadě (1975d). Tam byla také předložena základní systematika nového oboru — speleoluminiscence — jako syntéza dosavadních znalostí a jejich aplikace.

Speleoluminiscence se zabývá studiem luminiscenčních vlastností hornin, nerostů, sedimentů, organismů a umělých objektů v krasových oblastech a využitím těchto vlastností při speleologickém výzkumu a při provozu zpřístupněných jeskyní.

2. Teoretická část

2.1. Podstata luminiscence

Při luminiscenci dochází v látce k přeměně absorbované budící energie na energii světelnou. Luminiscenční záření převyšuje záření tepelné a má konečnou dobu trvání, jež podstatně převyšuje periodu tepelných kmitů.

Podle způsobu buzení rozlišujeme několik druhů luminiscence. Např. u katodoluminiscence působí svazek elektronů, u triboluminiscence mechanická energie. Bioluminiscence je vyvolána chemickými ději v biologických jedincích a je vlastně specielním druhem chemiluminiscence.

Pro speleologický výzkum jsou aplikovatelné především dva druhy — fotoluminiscence a termoluminiscence.

Při fotoluminiscenci ve speleologii používáme jako budící zdroj převážně rtuťové výbojky, emitující ultrafialové (UV—) světlo, a to v dlouhovlnné oblasti s maximem okolo 365 nm a v krátkovlnné oblasti s emisní čarou 254 nm (nm = 10^{-9} m). Při fotoluminiscenci leží vznikající sekundární záření obvykle ve viditelné části spektra. Zřídka se vyskytující ultrafialové nebo infračervené sekundární záření není okem patrné a je tudíž pro praktickou aplikaci bezvýznamné.

Termoluminiscence má odlišný mechanismus. K emisi světla dochází až při postupném zvyšování teploty luminiskující látky, která byla předtím excitována

světlem, X-paprsky, korpuskulárním zářením nebo gama-paprsky. Termoluminiscenční křivka udává intensitu emitovaného světla v závislosti na teplotě luminiskující látky, měřené od výchozí teploty.

Bližší poučení o fysikálních podmínkách vzniku luminiscence podává specielní literatura (P á t e k, 1962 a jiní).

2.2 Charakteristika fotoluminiscence

Jak již bylo uvedeno, má pro speleologický výzkum praktický význam pouze foto- a termoluminiscence. Přístrojové vybavení pro termoluminiscenční studium nedovoluje terénní použití, naproti tomu při studiu fotoluminiscence lze vedle výzkumu pomocí dokonalých laboratorních přístrojů pracovat i přímo v terénu. Pro terénní práci jsou vhodné přenosné, dostatečně silné zdroje UV-světla (lampy Mineralight, Hanau aj.). Pro pozorování fosforescence slouží elektronický fotoblesk.

Základními charakteristikami, které lze v terénu při studiu fotoluminiscence stanovit kvalitativně, příp. semikvantitativně, jsou: spektrální složení fluorescence (během osvětlení UV-lampou) a fosforescence (po vypnutí lampy nebo po záblesku), intensita a dosvit.

Spektrální složení luminiscenčního záření je závislé na použitém druhu UV-světla, které je pro daný přístroj konstantní ve dvou odděleně použitelných oblastech, a na několika dalších faktorech, které budou blíže diskutovány. Opticky se spektrální složení projeví barvou, přičemž je nutno rozlišovat více-méně čisté barevné tóny od bílé luminiscence, zabarvené slabě do některého odstínu. Dobrou pomůckou pro rozlišení obou typů luminiscence jsou interferenční filtry. U krasových minerálů se velice často vyskytuje široké spektrum luminiscence, které je visuelně bělavé s odstíny do modra, zelena a žluta. Čisté barevné tóny se vyskytují zřídka, např. u opálu. Metodikou stanovení luminiscenčních typů se zabýval autor (1975b,d).

Intensitu fluorescence v jeskyních je možno měřit exposimetrem. Doporučuje se dodržovat konstantní vzdálenost zdroje i exposimetru 10 cm, takže výsledky jsou porovnatelné (při podobném spektrálním složení). Stejně tak jsou porovnatelné hodnoty dosvitu, tj. doby dohasínání po osvícení UV-lampou nebo fotobleskem ze stejné vzdálenosti, měřené stopkami (S l a č í k, 1973a).

Při laboratorním studiu je možností mnohem více. Předem lze místo stanovení barvy fluorescence stanovit emisní fluorescenční spektrum, které jednoznačně prokáže spektrální složení. Toto měření lze doplnit ještě absorbčními, případně excitačními spektry. Měření intensity se provádí na velmi přesných, citlivých a selektivních přístrojích, takže množství informací o původcích luminiscence se tím podstatně rozšíří a prohloubí.

Kromě přesného stanovení doby dohasínání a závislosti pro časový průběh dohasínání, důležitého pro určení typu aktivátora, je možno se zabývat studiem polarisace, kvantového výtěžku a kinetiky luminiscence. Všechny tyto metody dávají informace o podstatě a vlivech, které v daných případech hrají roli při výsledném luminiscenčním efektu. Beze sporu rozšiřují znalosti v teoretické oblasti

fysiky a chemismu hornin a minerálů. Na druhé straně však samotný výskyt luminiskujících objektů v jeskyních přináší řadu možností pro praktický speleologický výzkum.

2.3. Faktory ovlivňující fotoluminiscenci

V podmínkách krasových jeskyní lze za konstantní a tudíž bez vlivu na luminiscenční vlastnosti pokládat teplotu, působení slunečního světla a vliv jiných druhů elektromagnetického záření. Podstatnými faktory ovlivňujícími luminiscenci jsou za těchto podmínek chemické složení, struktura povrchu a mechanické příměsi.

Všechny přirozené materiály vyskytující se v jeskyních jsou tzv. krystalofosfory. U těchto látek jsou přítomny tzv. aktivátory luminiscence, kterými bývají ionty některých prvků, strukturní poruchy krystalové struktury a v některých případech i příměsi složitějších organických molekul.

Problematikou aktivátorů luminiscence kalcitu se zabývalo několik desítek autorů, kritické hodnocení některých názorů podal Trdlička (1964). U kalcitu se vyskytují jako aktivátory:

— růžové fluorescence — mangan (Brown, 1934; Fonda, 1940 aj.),

— ohnivě červené fluorescence v krátkovlnném UV-světle — olovo za přítomnosti manganu (Northrup a Lee, 1940 a Slačík, 1976),

— žluté a růžové fluorescence — vzácné zeminy (Kröger, 1948; Tanaka, 1924 aj.,

— bíle fluorescence — stroncium (Barsanov a Ševeleva, 1952),

— bělavé fluorescence — organické látky (Haberlandt, 1940).

Na základě stanovení obsahů Mg, Fe, Mn, Pb, Sr, Ba a luminiscenčního typu u několika set vzorků vápenců a kalcitů z krasových oblastí Českého masivu a z hydrotermálních žil došel autor k závěru, že u krasových materiálů je nutno za aktivátory luminiscence pokládat stroncium, organické látky a ve vzácných případech u kalcitu i mangan. Ke killerům (luminiscenčním jedům) patří železo, vysoké obsahy hořčíku a pravděpodobně také některé organické látky (Slačík, 1975b).

Struktura povrchu se projevuje na luminiscenci velmi zajímavě. Aby došlo ke vzniku sekundárního záření, musí se kvanta energie absorbovat v látce. Pokud je povrch velmi hladký (velké krystaly), dochází ke značnému odrazu UV-paprsků a luminiscence je nízká. Zvýšení efektu je možno dosáhnout přiložením UV-lampy přímo na povrch vzorku (u průhledných a průsvitných).

U zrnitých materiálů závisí luminiscenční efekt na kvantovém výtěžku. Je-li tento vysoký, lze pozorovat u sítových frakcí od — 0,028 mm do + 2,0 mm stejnou intensitu luminiscence. Naproti tomu u látek s nízkým kvantovým výtěžkem dochází u jemnějších frakcí k postupnému přesunu barevných odstínů směrem k fialovému konci spektra. Velmi názorně lze tento jev demonstrovat pouhým rýpnutím nožem nebo úderem kladiva; u látek s nízkým kvantovým výtěžkem je drcený materiál zřetelně nafialovělý. Fosforescence je na velikost zrna méně citlivá než fluorescence.

Mechanické příměsi mohou působit na luminiscenci positivně i negativně. Zvýšení intensity luminiscence způsobují zejména některé organické látky (huminové kyseliny aj.). Také skvrny od oleje v místech, kde byly prováděny vrtné práce, fluoreskují velmi nápadně.

Často se vyskytuje i potlačování luminiscence zejména příměsemi kysličníků železitého a manganu ve vyšších oxidačních stupních a příměsemi nebo povlaky jílovitých nánosů, někdy s vyšším obsahem těchto kysličníků. Také prach je velmi často tlumičem luminiscence, jak lze dokumentovat zejména na krápníkových vodopádech, na nichž kryté partie při stejném zbarvení luminiskují mnohem silněji než partie na povrchu útvarů.

2.4. Objekty studia luminiscence

Horniny a sedimenty převážně neluminiskují, pouze u některých vápenců je možno pozorovat slabou fosforescenci po osvícení fotobleskem. Při použití UV-lampy jsou tudíž horniny a sedimenty výtečným kontrastem pro fluoreskující sintrovou výzdobu. Pro termoluminiscenci jsou velmi vhodné, zejména proto, že nejsou ovlivněny slunečním světlem a působením jiných druhů elektromagnetického a korpuskulárního záření, které mají značný vliv na termoluminiscenci a zejména na možnost jejího využití pro kvantitativní měření aktivační energie a stáří.

Minerály vyskytující se v jeskyních mají vzhledem ke své chemické a genetické různorodosti velmi odlišné luminiscenční vlastnosti. Některé neluminiskují (hematit, pyrit aj.), některé mají velmi charakteristickou a jednoznačnou luminiscenci (opál). Nejrozšířenější krasový minerál — kalcit — a sádrovec s anhydritem mají rozmanité vlastnosti, které jsou ovlivněny chemickým složením, strukturními faktory, genesí aj.

Krasové vody fluoreskují většinou slabě bělavě, a to jak ve vápencových krasových oblastech Českého masivu, tak i v anhydritových oblastech NDR. Původ této fluorescence je pravděpodobně nutno hledat v přítomnosti některých organických látek.

Z ostatních přírodních objektů lze jmenovat především kosti, jejichž luminiscence je závislá na stupni kalcifikace. Pro hledání kostí není UV-lampa příliš vhodná, neboť luminiscence je patrná pouze na čerstvém, nezašpiněném lomu. Drobní živočichové sice v některých případech také fluoreskují, ale pro praktické použití je toto pozorování zřejmě bezcenné. Ani fluorescence běžných nižších rostlin není v tomto směru příliš nadějná.

Fluorescence umělých objektů působí většinou rušivě. Jde především o nátěry zábradlí a elektroinstalace, kryty osvětlovacích těles, latexové značky a odhozené papírové a textilní zbytky.

3. Aplikace luminiscenční analýzy

Studium problematiky fysiky a chemismu hornin a minerálů v jeskyních, jejich sukcese, vztahu k paleoklimatu, geneze minerálů aj. je velmi rozmanité.

Proto také poskytuje aplikaci luminiscenční analýzy celou řadu možností. Přitom je třeba vidět, že luminiscenční analýza není samoúčelná, ale je jednou z metod, které v komplexu s jinými moderními metodami fysikálního výzkumu podávají celou řadu informací. K těmto jiným metodám patří především radioisotopové datovací metody, rastrovací mikroskopie, absorbční spektrofotometrie ve ultrafialové a infračervené oblasti, strukturní rentgenografie a jiné.

Fysikální a chemický výzkum krasových sedimentů je jedním z hlavních směrů činnosti skupiny Tarcus, která byla založena v r. 1974. Na podzim r. 1975 prezentovala na Mezinárodním symposiu Komise UIS pro studium fysikálně-chemických procesů v krasu část výsledků z oborů speleoluminiscence, klimatiky a použití geoelektrických metod ve výzkumu krasu (Annales de spéléologie 4, 1975) a program dalších výzkumných prací. Přínos skupiny Tarcus pro speleologii byl hodnocen velmi kladně, skupina byla uznána jako jedna z oficielních pracovních skupin Komise UIS.

V Československu pracuje skupina Tarcus pod patronací Okresního muzea Beroun a Moravského muzea v Brně.

3.1. Fysika a chemismus hornin a minerálů

Základním úkolem luminiscenční analýzy bylo stanovit luminiscenční typy hornin a minerálů ve vztahu k chemismu tak, aby bylo možno v maximální míře nahradit náročný, pracný a z hlediska ochrany přírodních objektů ne vždy snadno proveditelný detailní výzkum klasickými metodami (optický výzkum minerálů, separace vzorků, chemické analýzy a pod.) pohodlnou luminiscenční analýzou. Z uvedeného vyplývá, že terénní pozorování je pouze prvním stadiem, zatímco druhé je detailní, laboratorní.

3.1.1. Luminiscenční typologie

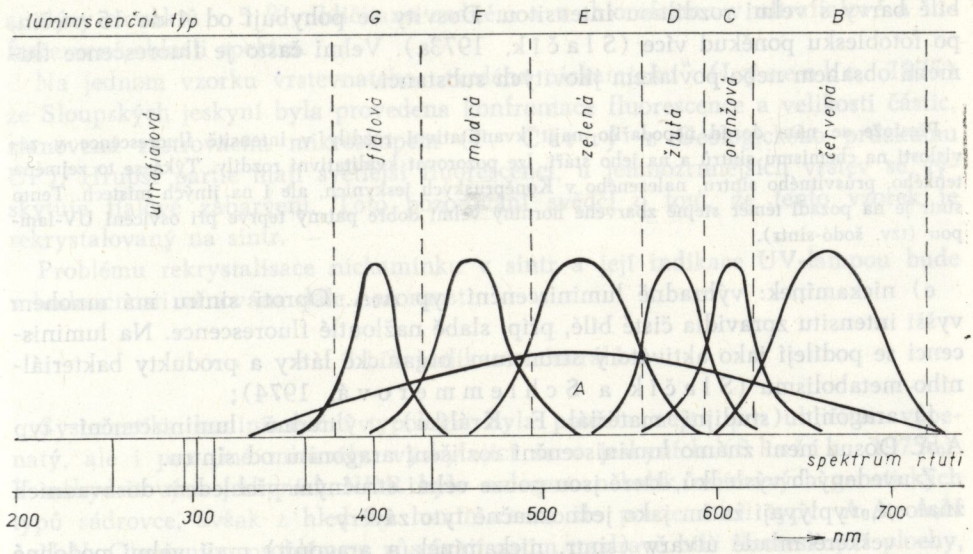
Pro určení luminiscenčních typů bylo nutno najít vhodné kvalitativní znaky, jejichž kombinace by poskytly jednoduchou systematiku pro visuelní stanovení typu. Měřením emisních luminiscenčních spekter lze sice dospět k jednoznačným výsledkům, nelze je však aplikovat v terénu. Proto byl zvolen opačný postup: u visuelně odlišných luminiscenčních typů byla dodatečně proměřena spektra (O. Jelínek z Fysikálního ústavu UK v Praze).

Jako vhodná visuelní typologická systematika se osvědčil postup, který stanovuje tři základní znaky luminiscenčních vlastností:

— charakter fosforescence objektu po ozáření elektronickým fotobleskem. Vychází se ze zkušenosti, že fotoblesk poskytuje intensivnější fosforescenci než UV-lampa (Slačík, 1973a) a že fosforescence je méně závislá na charakteru povrchu;

— rozdílné chování objektu v krátkovlnném a dlouhovlnném UV-světle. Tato skutečnost se značí indexem 1, stejný charakter fluorescence indexem 0;

— charakter fluorescence objektu v krátkovlnném a dlouhovlnném UV-světle.



Obr. 1. Speleoluminiscenční typy
Abb. 1. Lumineszenztypen
Fig. 1. Types of Luminescence

Označení charakteru fosforescence a fluorescence je stejné a používá se těchto symbolů:

Typ A: bílá s odstíny, spektra jsou spojitá přes celou viditelnou oblast s maximem přibližně v zelené části spektra.

Typy B až G: spektra těchto typů mají poměrně úzka maxima v dané oblasti, ostatní oblasti jsou potlačeny nebo chybí vůbec. Visuelním projevem jsou více méně čisté barevné tóny (obr. 1).

Typ N: bez luminiscence.

Podrobné vyhodnocení vztahů mezi luminiscenčními vlastnostmi a chemismem není v současné době ještě skončeno. Na tomto místě uvádíme pouze základní charakteristiku luminiscence základních genetických typů uhličitanu vápenatého v krasu:

a) vápence: luminiscenční typ A_0N nebo N_0N. Fosforescence do 3 vteřin, bez fluorescence. Aktivátorem stroncium (?);

b) dolomitické vápence: luminiscenční typ A_0N nebo AB_0N. U typu AB_0N krátký červený záblesk, potom bílá fosforescence do 2 vteřin. Vliv manganu na červený záblesk není spolehlivě prokázán;

c) primární kalcity (výplň puklin v hornině a pod.): luminiscenční typy A_0N, AB_0N i B_0B. U prvních dvou je aktivátorem stroncium, manganu je méně než 0,01 %. Typ B_0B má obsah manganu o 1 řád vyšší a je zřejmě aktivátorem červené luminiscence. V Českém krasu se vyskytuje i typ A_0D. Jeho žlutá fluorescence se zdá být ovlivněna příměsí huminových látek;

d) sintry: výhradně luminiscenční typ A_0A. Typická fluorescence v odstínech

bílé barvy s velmi rozdílnou intensitou. Dosvity se pohybují od 4 do 15 vteřin, po fotoblesku poněkud více (Slačík, 1973a). Velmi často je fluorescence tlumena obsahem nebo povlakem jílovitých substancí.

Přestože se nám dosud nepodařilo najít kvantitativní rozdíly v intensitě fluorescence v závislosti na chemismu sintrů a na jeho stáří, lze pozorovat kvalitativní rozdíly. Týká se to zejména tenkého, průsvitného sintru, nalezeného v Koněpruských jeskyních, ale i na jiných místech. Tento sintr je na pozadí téměř stejně zbarvené horniny velmi dobře patrný teprve při osvícení UV-lampou (tzv. šodó-sintr).

e) nickamínek: výhradně luminiscenční typ A_0A. Oproti sintru má mnohem vyšší intensitu zpravidla čistě bílé, příp. slabě nažloutlé fluorescence. Na luminiscenci se podílejí jako aktivátory stroncium, organické látky a produkty bakteriálního metabolismu (Slačík a Schlemmerová, 1974);

f) aragonit (studijní materiál F. Králíka): výhradně luminiscenční typ A_0A. Dosud není známo luminiscenční rozlišení aragonitu od sintru.

Z uvedených výsledků, které jsou pouze velmi stručným přehledem dosavadních znalostí, vyplývají zatím jako jednoznačné tyto závěry:

— veškeré mladé útvary (sintr, nickamínek a aragonit) mají velmi podobné luminiscenční vlastnosti, dané typem A_0A. Charakteristický je nepatrný obsah manganu a všeobecně nízké obsahy příměsí. Na příkladu Koněpruských jeskyní se podařilo prokázat tzv. rafinační efekt. Jde o postupné snižování obsahů Mg, Fe, Mn a Sr v sintrech jednotlivých generací proti obsahům týchž prvků v matečné hornině (Lysenko a Slačík, 1975);

— stanovení aktivátorů a killerů v horninách je velmi komplikované, zejména vzhledem k časté přítomnosti bitumenových a jiných organických látek a proměnných vyšších obsahů železa a manganu, přičemž luminiscence je výslednicí vlivu všech těchto faktorů

— u primárních kalcitů je bílá fosforescence způsobena stronciem, růžová poněkud zvýšeným obsahem manganu. Tyto kalcity lze na základě luminiscence snadno odlišit od sintrů a aragonitu.

3.1.2. Výzkum struktury a krystalizace

Nickamínek má proti sintrům mnohem vyšší intensitu fluorescence. Přitom je z fluorescence jednotlivých sítových frakcí patrno, že vlivem vyššího kvantového výtěžku je pokles intensity, resp. projev posunu barvy k fialovým odstínům v nejjemnějších frakcích velmi malý. To svědčí o tom, že luminiscence, vázaná na částice nickamínku řádově v mikronech, se projevuje mnohem intensivněji než u sintru, u něhož je velikost částic mnohem větší.

Kvalitativní rozdíl mezi luminiscencí sintru a nickamínku dal podnět k úvahám o využití tohoto jevu při výzkumu rekrystalisačních pochodů. Komplikovanost problému spočívá v tom, že vedle velikosti částic hraje významnou roli také obsah luminiscenčně aktivních organických látek, které při rekrystalisaci v suchém prostředí mohou zůstat zachovány. Bližší informace poskytnou spektrální

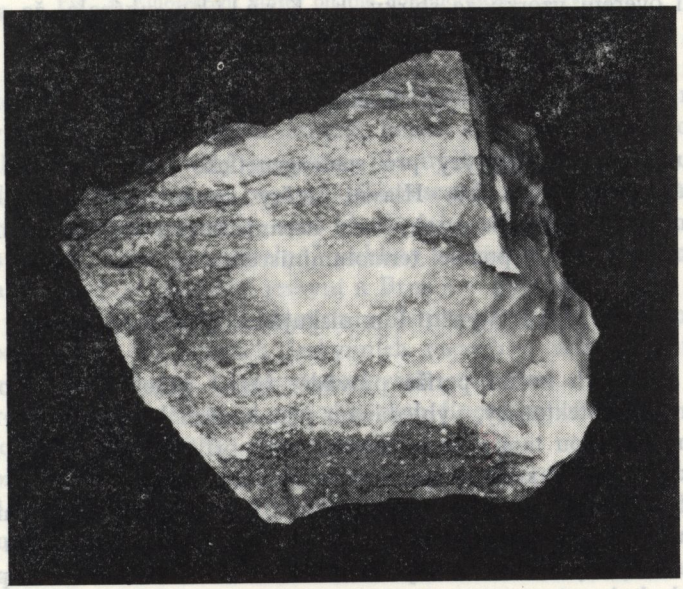
analýzy extraktů v 5 % uhličitanu sodném a v chloroformu v ultrafialové a infračervené oblasti spektra.

Na jednom vzorku vrstevnatého „tvrdého nickamínku" (Lysenko, 1975) ze Sloupských jeskyní byla provedena konfrontace fluorescence a velikosti částic, stanovená rastrovacím mikroskopem (P. Černý z Geologického průzkumu UP). Hrubší partie mají světlejší fluorescenci, u jemnozrnnějších vrstev se vyskytuje fialové zabarvení. Toto pozorování svědčí o tom, že tento vzorek je rekrystalovaný na sintr.

Problému rekrystalisace nickamínku v sintr a její indikace UV-lampou bude v budoucnosti věnována dále pozornost.

3.1.3. Indikace minerálů

Systematika luminiscenční typologie byla použita nejen pro uhličitan vápenatý, ale i pro jiné minerály, vyskytující se v jeskyních (Slačík, 1975d). V anhydritových jeskyních NDR bylo nalezeno několik zajímavých genetických typů sádrovce, avšak z hlediska luminiscence šlo pouze o tři typy: A_0A, A_0N a N_0N. Otevřeným problémem zůstávají zatím modravě bíle fluoreskující plochy, táhnoucí se anhydritovým masivem v Barbarossahöhle (Slačík, 1975c). Aktivátorem zřejmě nebudou chemické příměsi, spíše jde o dosud neobjasněný vliv tektoniky.



Obr. 2. Fluoreskující plochy v anhydritu
Abb. 2. Fluoreszierende Flächen im Anhydrit
Fig. 2. Fluorescence plains in anhydrite

V krasových jeskyních lze v některých případech velmi snadno indikovat charakteristicky fluoreskující minerály. Zmínky zasluhuje jednak průsvitný sintr z Koněpruských jeskyní (viz 3.2.1.), jednak opál.

Přítomnost opálu v Koněpruských jeskyních byla publikována již dávno (Kukla, 1952). Při luminiscenčním výzkumu v roce 1972 jsme zjistili, že opál fluoreskuje velmi charakteristicky ostře zeleně v krátkovlnném UV-světle. Opálem bohaté partie sintrové výzdoby poskytují při osvícení UV-lampou fantastickou podívanou. Podrobné vymapování všech opálových partií např. v Koněpruských jeskyních pomocí UV-lampy představuje nepatrný zlomek pracnosti proti klasickému způsobu, tj. hledání pomocí mineralogických metod. Vedle opálu se vyskytuje i chalcedon (s charakteristickou rentgenovou difrakcí), který však nemá zmíněnou zelenou fluorescenci, ale je typu A_0A, takže není vedle sintru stejného luminiscenčního typu patrný.

Podrobné studium chemismu a sukcese výzdoby Koněpruských jeskyní (Lysenko a Slačík, 1975) přineslo další závažné zjištění. Ukázalo se, že opál je indikátorem — vůdčím minerálem — pro sintry 1. generace. Tato skutečnost představuje velké usnadnění sukcesního zařazení sintru na celé řadě míst, jako např. v jeskyni Martina u Tetína v Českém krasu.

Kromě opálu ve formě jednotlivých zrn byl nalezen i tzv. opálový sintr. Jde o sintr s obsahem až 25 % $CaCO_3$ a 75 % opálu. V jeho fluorescenci se uplatňují obě složky, opál způsobuje zelenou krátkovlnnou fluorescenci, sintr dlouhý dosvit.

Orientační ověření vzorků ze sbírky F. Králíka ukázalo, že se opál vyskytuje ještě v dalších jeskyních Českého krasu.

3.2. Speleogeneze

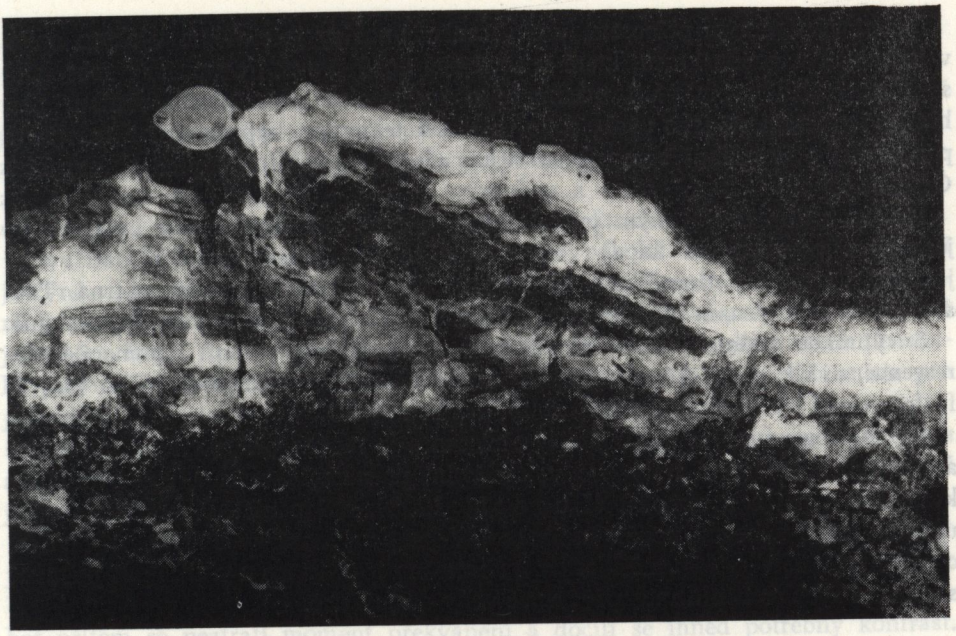
Využití luminiscenční analýzy pro speleogenetické účely je zatím ve stadiu ověřování základních poznatků. Hlavní směry využití jsou indikace objektů s různou luminiscencí, obecné vztahy mezi luminiscencí a stářím výzdoby a možnosti absolutního datování pomocí termoluminiscence.

3.2.1. Využití luminiskujících objektů

V mnoha jeskyních nečiní potíže provádět různá genetická pozorování, jako např. studium mikrotektoniky, vyhledávání přítokových kanálů a pod. Obzvláště příznivé podmínky jsou tam, kde prostory nejsou příliš vysoké a kde hornina je tmavá a poskytuje dobrý kontrast proti sintrovým útvarům.

Mnohem nesnadnější je situace v jeskyních, kde je zbarvení horniny světlé, šedé nebo hnědé. Vzorovou lokalitou pro malý kontrast mezi horninou a sintrem jsou Koněpruské jeskyně, kde také použití luminiscenčních vlastností pro speleogenetické účely bylo námi poprve ověřováno.

I v Koněpruských jeskyních jsou časté sintrové útvary, u nichž není pochyb o jejich existenci, původu a rozsahu, ačkoliv jejich zabarvení je velmi podobné zabarvení horniny. Vedle toho je však na mnohých místech shora zmíněný prů-



Obr. 3. Fluoreskující sintr na nefluoreskujícím vápenci
Abb. 3. Fluoreszierender Sinter auf nichtfluoreszierendem Kalkstein
Fig. 3. Fluorescent sinter on the nonfluorescent limestone

svitný „šodósintr". Tento sintr obvykle uniká pozornosti, zejména na stropech ve větších výškách (Spallanzaniho jeskyně, komín nad Medvědí sondou aj.). Byl nalezen i jako téměř neviditelný povlak na jílovitých sedimentech.

Po osvětlení UV-lampou se prozradí fluorescenci a indikuje velmi nápadně pukliny v hornině, které sloužily nebo slouží jako přítokové kanály, a odliší je od puklin suchých. Tyto „neviditelné" pukliny se sintry jsme pozorovali i v jiných jeskyních, např. v Ochozské jeskyni u Brna a v Býčí skále.

Poslední pozorování v jeskyni Martina u Tetína naznačují souvislost mezi výskytem „šodó-sintru" na stěnách jeskynních chodeb s mikroklimatem. Těmto souvislostem bude věnována v budoucnosti větší pozornost.

Pro mikrotektonická měření je výhodné tyto fluoreskující útvary fotografovat a snímky použít jako pracovní i dokumentační materiál.

Další možnosti poskytují nefluoreskující nebo fluorescenci tlumící látky v nebo na sintrové hmotě. Přítomnost jílových substancí v sintrové hmotě se projeví pod UV-lampou velmi markantně, zejména na nabroušených plochách vrstevnatých sintrů. V tomto případě jsou luminiscenční fotografie velmi dobrým dokumentem.

Luminescencí se zvýrazňuje i kontrast povrchu sintrové hmoty, který ležel pod vodou nebo v oblasti silného zaprášení. Takto lze snadněji najít polohu dřívějších vodních hladin na sintrových útvarech.

Velmi významným přínosem luminiscenční analýzy je studium výskytu opálu v jeskyních Českého krasu, které v současné době provádí skupina Tarcus. Dosavadní výsledky poskytují informace o fysikálních podmínkách vzniku, přehled o regionálnosti jeho výskytu ve vztahu k tektonice, hypsometrii a minerální paragenesi a umožňují stanovit sukcesní schema minerální výplně v jeskyních Českého krasu.

Dalším zatím ověřovaným pozorováním je rozlišení kapek vody vniklých do jeskyně z povrchu, od kapek vody vzniklých kondensací vodních par uvnitř jeskyně. Prvá slabě fluoreskuje, druhá není pod UV-lampou vůbec patrná. Tato skutečnost má význam při klimatických měřeních a při studiu dynamiky jeskyně.

S výjimkou vodních kapek lze všechny uvedené objekty najít i pomocí fosforescence, avšak praktické využití je v tomto případě velmi znesnadněno tím, že fosforescenci lze pozorovat pouze velmi krátkou dobu.

Ke speleogenetickým aplikacím luminiscence je možno přiřadit i dávno známé a používané kolorační testy pro vyhledávání podzemních vod a pro přibližnou kvantifikaci jejich parametrů (L u g e o n, 1952). Při použití fluoresceinu nebo uraninu lze s výhodou použít indikace UV-lampou, která zvýší citlivost detekce o několik řádů. V malém měřítku by bylo možno obdobu testu použít pro pokusné stanovení rychlosti infiltrace povrchové vody do jeskyně.

3.2.2 Využití luminiscence ve speleochronologii

Použití fotoluminiscence pro speleochronologii je zatím omezeno na velmi obecné konstatování zvýšení intensity luminiscence podle klesajícího stáří objektu. Tato závislost je však velmi obecná, neboť k intensitě luminiscence přispívá nejen chemismus, který má u sintrů prokazatelně trend v závislosti na stáří, ale i příměsi aktivátorů a killerů. Tyto příměsi nemusí mít jednoznačné závislosti na stáří a navíc je nelze snadno kvantifikovat. Na rozdíl od zhruba monochromatických fluorescencí typu B až G není jednoznačné ani měření intensity fluorescence sintrů.

Mnohem lepší uplatnění v chronologii má termoluminiscence, neboť tou lze stanovit i absolutní stáří. Datovací metodou založenou na termoluminiscenci jsou běžně analýzovány např. keramické střepy z archeologických lokalit (Z i m m e r m a n n, 1971), lze ji však aplikovat i na horniny a nerosty.

Podstata metody spočíva v porovnání světelných sum (plocha pod termoluminiscenční křivkou v grafu intensita — teplota) ze dvou měření. Jedno měření je na přírodním vzorku, v němž se postupně kumuluje energie vlivem přirozené radioaktivity. Ve druhém, kontrolním vzorku je velikost termoluminiscence zjišťována po laboratorním ozáření přesně definovanými dávkami rentgenových nebo gama-paprsků. Z velikosti světelné sumy lze potom určit dávku přirozené radioaktivity a tím i dobu jejího působení (M c D o u g a l l, 1968).

Použití termoluminiscenční datovací metody ve speleologii je velmi komplikované, přesto se skupina Tarcus zabývá studiem možností její aplikace pro datování sintrů.

3.3. Technická speleologie

Luminiscence má vedle využití pro výzkumné účely i možnosti použití při provozu zpřístupněných jeskyní, především pro osvětlení vhodných partií pro zvýšení atraktivnosti. Účelem instalace UV-lamp nebo bleskových zařízení je zvýšení kontrastu mezi luminiskující výzdobou a temným pozadím, které často úplně změní vzhled scenerie, známý z běžného elektrického osvětlení.

Použití UV-lamp v jeskyních je známo už několik desetiletí. Nejznámější jeskyně s „lumière noir" (černé světlo) jsou Sonora v Texasu, francouzské jeskyně Lacave, Marzal, Cougnac a Domme a v ČSSR Bozkovské jeskyně a Ochozská jeskyně u Brna. Autor prováděl v letech 1972—1973 rekognoskaci všech turisticky přístupných jeskyní na území Českého masívu s cílem najít vhodná místa pro případnou instalaci osvětlení (S l a č í k, 1973a, 1975a).

Jako nejvhodnější se ukázaly mnohé partie Koněpruských jeskyní u Berouna a Ochozské jeskyně u Brna a několik míst v Punkevních jeskyních, Kateřinské jeskyni, Jeskyni Na Pomezí a v Javoříčských jeskyních.

Při osvětlení UV-lampami jsou možné dvě varianty. Např. v Bozkovských jeskyních se po prohlídce při elektrickém světle toto vypne a nechá se svítit pouze UV-lampy. Výhodnější je varianta s trvalým osvětlením pouze UV-světlem, neboť přitom se neztratí moment překvapení a docílí se ihned potřebný kontrast. V tomto případě je výhodný fluoreskující nátěr zábradlí pro snadnou orientaci návštěvníků. Nejefektivnější je instalace bleskového zařízení, které zvýší kontrasty a tím i atraktivnost na maximum. Jako příklad velmi zdařilé instalace uvádíme Ochozskou jeskyni u Brna.

V souvislosti s osvětlením jeskyní UV-lampami je nutno se zmínit i o tom, že UV-paprsky potlačují tvorbu nižších rostlin (mechů a kapradin) v těsné blízkosti lamp. Při osvětlení jeskyní nelze použít pro trvalý provoz krátkovlnné UV-světlo, neboť je škodlivé lidskému zdraví. To bohužel znesnadňuje např. osvětlení opálových partií v Koněpruských jeskyních, které je z hlediska atraktivnosti velmi lákavé. Dlouhovlnné UV-světlo není zdraví škodlivé a jeho použití není nebezpečné.

Podružnou záležitostí je použití fluoreskujících značek v jeskyních. Jde o značení křídami, které je v normálním světle neviditelné a nepoškozuje tudíž stěny jeskyní. Větší použití mají tyto křídy při výzkumních pracích, jako jsou odběr vzorku, označení vodních hladin a pod.

3.4. Luminiscenční fotografie

Všechny luminiscenční jevy je možno také fotografovat, ovšem s přihlédnutím ke zvláštnostem luminiscenční fotografie a s použitím vhodné techniky. Základní charakteristikou je nízka intensita fluorescence i fosforescence a výskyt rozptýleného modrého, fialového a ultrafialového primárního světla.

Malá intensita luminiscence vyžaduje dlouhé expoziční doby, kterými se zvýší nebezpečí zkreslení zejména barevných snímků. Pro černobílou fotografii je k disposici velmi citlivý materiál (27 — 30 ° DIN), u barevné fotografie je

v současné době nejvhodnější diapositivní materiál 22 ° DIN. Pro správné podání barev na barevném a kontrastů na černobílém materiálu jsou nutné filtry, které odstraňují primární záření. Jako vhodné lze použít filtry GG 4 a GG 9 firmy Spezialglas Mainz (dříve Schott Gen.), případně některé nové hradlové filtry téže firmy. Pro černobílou fotografii pomáhá částečně běžný filtr UV-II.

Dokumentace luminiscenčních efektů je pochopitelně tím lepší, čím je vyšší intensita luminiscence. U blízkých objektů (do ca 1 m) lze pro černobílou techniku vystačit s fotografováním fluorescence. Pro vzdálenější objekty je výhodnější fotografovat fosforescenci. V tomto případě pracujeme s otevřeným objektivem, který se po dobu záblesku zakryje rukou. Počet záblesků se stanoví zkusmo.

Pro barevnou fotografii jsou nejlepší podmínky při vzdálenosti objektu do 1 m. Vliv rozptýleného primárního záření je úměrný délce exposice, proto je nezbytné i s filtry provést sadu zkušebních snímků. Zkušenosti s luminiscenční fotografií uvádí Schulz (1975).

4. Závěr

Použití luminiscenční analýzy ve speleologii je dosud málo rozšířeno, ale dosavadní zkušenosti ukazují, že existuje celá řada aplikací, které je nutno ověřit, zdůvodnit a posléze rozšířit do speleologické praxe. Význam luminiscenční analýzy bude závislý na tom, jak dokáže snadno, spolehlivě a s omezením rušivých zásahů do jeskynního prostředí na minimum podávat informace o fysikálních a chemických vlastnostech přírodních objektů a o závislostech mezi těmito vlastnostmi a podmínkami, za nichž dané objekty vznikaly nebo se do jeskynního prostředí dostaly.

Do redakcie dodané 20. 4. 1976.

LITERATURA

1. BAMBER, H. A., 1952: Phosphorescence in Caves. Cave Sci. Vol. 2, p. 366.
2. BARSANOV, G. P.—ŠEVELEVA, V. A., 1952: Materialy po izučeniju ljuminiscencii miněralov. Trudy Mineral. muz. AN SSSR.
3. BĚLJAK, V. I., 1969: Podzemnyj karst prijenisejskoj časti Vostočnovo Sajana. In: Regionalnaja geomorfologija Sibiri i Dalněvo Vostoka. Leningrad.
4. BROWN, W. L., 1934: Fluorescence of Magniferous Calcites. Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. No. 36, s. 45—54.
5. BURKHARDT, R.—NESRSTA, R., 1970: Luminiscenční jevy u krápníků. Sbor. Vlastivěd. Muz. Blansko, 2, s. 57—60.
6. BUSCHBECK, F., 1974: Höhlen im ultravioletten Licht. Die Höhle, 25, 2, s. 63—66. Wien.
7. CIGNA, A., 1958: Sulla luminescenza di alcune stalattiti calcaree. Acta II. Congr. UIS, 1, Sect. 1, s. 430—436.
8. DANCKWORTT, P. W.—EISENBRAND, J., 1964: Lumineszenz-Analyse im filtrierten ultravioletten Licht. Akad. Verl. Leipzig.
9. DITTRICH, G., 1958/59: Lumineszenzbeobachtungen an Calciten aus dem oberen Donautal. Der Math. u. Naturwiss. Unterr., 11, 5, 218. Bonn.
10. DITTRICH, G. 1959a: Höhlenminerale unter der Quarzlampe. Der Aufschluss, 10, 2, s. 32—33.

11. DITTRICH, G., 1959b: Liechtensteiner Minerale in der Quarzlampenstrahlung. Bergheimat. Z. d. Liechtenst. Alpenver.
12. FONDA, G. R., 1940: The Preparation of Fluorescent Calcite. J. Phys. Chem., 44, s. 435—441.
13. HABERLANDT, H., 1940: Neue Ergebnisse der Lumineszenzanalyse an Mineralien mit organischen Beimengungen in ihrer geochemischen Bedeutung. Chem. d. Erde, 13, s 212.
14. HENNE, P.—KRAUTHAUSEN, B., 1965: Ein Beitrag zur Klärung der Phosphoreszenz erscheinungen bei Tropfsteinen. Die Höhle, 16, 1, s. 1—5. Wien.
15. INGALIS, H., 1953: Phosphorescent Formations in Whiting's Neck Cave, Va. The Nat. Spel. Soc. News, 11, 7. Toronto.
16. KRÖGER, F. A., 1948: Some Aspects of the Luminiscence of Solids. Elsevier, Amsterodam.
17. KROPAČEV, A. M.—GORBUNOVA, K. A.—FEDOROV, V. M., 1970: Ljuminiscencija vtoričnovo kalcita Divjej pěščory. Pěščory, 8/9, s. 23—27. Perm.
18. KUKLA, J., 1952: Zpráva o výsledcích výzkumu jeskyní na Zlatém koni u Koněprus v roce 1951, prováděných Krasovou sekcí Přírodovědeckého klubu v Praze. Čs. kras, 5, s. 49—68.
19. LEBEDĚV, A. P., 1964: O ljuminiscencii natečnych obrazovanij. Pěščory, 4/5, s. 107 — 108. Perm.
20. LUGEON, M., 1952: Stalactite, s. 8—11.
21. LYSENKO, V., 1975: Sekundární mineralní výplň jeskyní. Spel. věst. 6, 17—24 Brno.
22. LYSENKO, V.—SLAČÍK, J., 1975: Chemismus genetisch verschiedener Sinterformen in den Koněprusy-Höhlen (ČSSR). Ann. Spéléol., 30, 4, s. 711—717.
23. Mc. DOUGALL, D. J., 1968: Thermoluminiscence of Geological Materials. Acad. Press. (editor).
24. NORTHRUP, M. A.—LEE, O. I., 1940: J. Opt. Soc. Amer., 30, s. 206—233.
25. O'BRIEN, B. J., 1956: „After-glow" of Cave Calcites. The Nat. Spel. Soc. Bull., 18, s. 50 — 51, Washington.
26. PÁTEK, K., 1962: Luminiscence. SNTL Praha. 165 s.
27. SCHULZ, E. M., 1975: Lumineszenz von Mineralien und Gesteinen. Der Aufschluss, 26, 1, s. 49—55.
28. SLAČÍK, J., 1971: Příspěvek k fotoluminiscenci vápenců a kalcitů Moravského krasu. Sbor. Vlastivěd. Muz. Blansko, 3, s. 21—24.
29. SLAČÍK, J., 1972: Studium fotoluminiscence v některých jeskyních Moravského krasu. Sbor. Vlastivěd. Muz. Blansko, 4, s. 15—19.
30. SLAČÍK, J., 1973a: Praktické využití fotoluminiscence v jeskyních Moravského krasu. Spel. Věst., 3, s. 21—31. Brno.
31. SLAČÍK, J., 1973b: Photolumineszenz in den Höhlen des Mährischen Karstes. Die Höhle, 24, 3, s. 116—123. Wien.
32. SLAČÍK, J., 1973c: Photolumineszenzerscheinungen in Karsthöhlen auf dem Gebiet der Böhmischen Masse. Die Fundgrube, 10, 3/4, s. 55—59. Berlin.
33. SLAČIK, J., 1974: Photolumineszenz in Karsthöhlen. Der Aufschluss, 25, 9, s. 74—76. Heidelberg.
34. SLAČÍK, J., 1975a: Fotoluminiscence v českých jeskyních. Čs. kras, 27, s. 29—35.
35. SLAČÍK, J., 1975b: Fotoluminiscence a její využití ve speleologii. Campanula, 5, Ostrava. V tisku.
36. SLAČÍK, J. 1975c: Die speläologische Bedeutung der UV-Lampe. Lumineszenzforschungen in einigen Höhlen der Deutschen Demokratischen Republik. Der Höhlenforscher, 7, 1, s. 3—7. Dresden.
37. SLAČÍK, J., 1975d: Lumineszenztypologie des Kalzites und anderer Höhlenminerale. Ann. Spéléol., 30, 4, s. 753—759.
38. SLAČÍK, J., 1976: PbMn-calcite from Vrančice near Příbram (Czechoslovakia) and its luminiscence. Věst. ÚÚG, 51, 2, s. 107—112.
39. SLAČÍK, J.—SCHLEMMEROVÁ, L., 1974: Příspěvek k fluorescenci nickamínku a sintru. Čs. kras, 26, s. 96—97.

40. TANAKA, T., 1924: J. Opt. Soc. Amer., 8, s. 411—418.
41. TRDLIČKA, Z., 1964: Příspěvek k fotoluminiscenci žilných manganatých karbonátů z ČSSR. Acta Univ. Carol. Geol., 3, s. 181—187. Praha.
42. ZIMMERMANN, D. W., 1971: Thermoluminescent Dating using Fine Grains from Pottery. Archaeometry, 13, 1, s. 29—52.

SPELÄOLUMINESZENZ

Josef Slačík

Zusammenfassung

Die Speläolumineszenz befasst sich mit dem Studium der Lumineszenzeigenschaften von Gesteinen, Mineralien, Sedimenten. Organismen und künstlichen Objekten in Karstgebieten und mit der Nutzung dieser Eigenschaften bei der speläologischen Forschung und bei dem Schauhöhlenbetrieb.

Dieses Fachgebiet wurde vom Verfasser seit 1971 bearbeitet. Ausgehend von älteren Arbeiten verfolgte er einige Aspekte der Lumineszenzanalyse in Höhlen und die UV-Beleuchtung von Schauhöhlen. Als Speläolumineszenz wurde es bei dem Symposium über physikalische Chemie in Granada 1975 veröffentlicht.

Bei der Lumineszenz erfolgt im Objekt eine Umwandlung von absorbierter Energie in Lichtenergie. Die Lumineszenzstrahlung ist höher als die Wärmestrahlung und hat eine endliche Dauer, die wesentlich die Periode der Wärmeschwingungen überschreitet.

Von den verschiedenen Typen von Lumineszenz kommen bei speläologischer Nutzung die Photo- und Thermolumineszenz in Frage. Die Photolumineszenz wird in Höhlen von Quarzlampen mit kurz- und langwelligem UV-Licht erregt und liegt meistens im sichtbaren Bereich der elektromagnetischen Strahlungen.

Thermolumineszenz wird in vorher mit verschiedenen elektromagnetischen oder korpuskulären Strahlungen behandelten Stoffen durch Wärme erregt.

Die Photolumineszenz ist durch Farbe, Intensität und Nachleuchtdauer charakterisiert. Von den Faktoren, die im Höhlenmilieu auf die Lumineszenz Einfluss ausüben, sind chemische Zusammensetzung, Oberflächenstruktur und mechanische Beimengungen zu nennen. Bei Karstmaterialien kommen als Lumineszenzaktivatoren Strontium und organische Substanzen vor, selten bei Kalzit auch Mangan. Eisen und hohe Magnesiumgehalte wirken als Killer.

Sinkende Korngrösse der Oberflächenstruktur hat bei Stoffen mit niedriger Quantenausbeute eine Verfärbung in violette Töne zur Folge. Zu lumineszenzaktiven mechanischen Beimengungen gehören gewisse organische Substanzen; löschend wirken Lehm sowie Eisen- und Manganoxyde von höherer Valenz.

Gesteine und Sedimente sind gewöhnlich nicht lumineszierend, Kalzite lumineszieren sehr mannigfaltig. Auch Wasser weist meistens eine schwache Fluoreszenz auf.

Die Lumineszenzanalyse hat bei speläologischen Forschungen eine Reihe von Nutzungsmöglichkeiten.

Die Grundaufgabe der Lumineszenzanalyse ist die Festlegung von Lumineszenztypen von Gesteinen und Mineralien im Bezug zur chemischen Zusammensetzung so, dass eine zeitraubende und vom Standpunkt des Naturschutzes nicht immer verwirklichbare detaillierte Bearbeitung der Höhlenobjekte mittels klassischer Methoden durch eine einfache Lumineszenzmethode ersetzt werden kann. Die zweite Aufgabe ist die Feststellung der Beziehungen zwischen den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Objekte und deren Entstehungsbedingungen.

Die Lumineszenztypen werden auf Grund der Phosphoreszenzfarbe, des Unterschiedes zwischen kurz- und langwelliger Fluoreszenz und deren Farbe bestimmt. Die verschiedenen genetischen Typen von Kalziumkarbonat unterscheiden sich in den Lumineszenztypen, wobei die sekundären (Sinter, Bergmilch und Aragonit) desselben Typus sind. Diese Tatsache ist mit dem sog. Raffinationseffekt verbunden.

Die violette Verfärbung bei sehr feinkörnigen Substanzen (durch Reflexion der primären Strahlen verursacht) könnte für Forschungen über Rekristallisation und Struktur benutzt werden.

In den Koněprusy-Höhlen wurde ein mittels UV-Licht sehr einfach und eindeutig erkennbarer Opal gefunden. Dieser Opal kommt als „Leitmineral" in der 1. Sintergeneration vor, hat aber auch eine weitläufige Bedeutung für speläogenetische Schlüsse.

Bei speläogenetischen Betrachtungen ist das Vorkommen von sehr kontrastreich hervortretenden Sintern ausschlaggebend, namentlich in Höhlen, in denen das Gestein und die Sinter sehr ähnlich, meistens bräunlich oder grau verfärbt sind. Bei diesem Studium sind bedeutungsvoll z. B. Zuflusskanäle bezeichnende Sinterbildungen, Wasserstandslinien, durch Luftzug verstaubte Sinterpartien usw., die sich im UV-Licht sehr kontrastreich zeigen.

Auch die lange Jahre bekannten Fluoreszein-Colorteste, die durch UV-Indikation sehr empfindlich gemacht werden können, seien an dieser Stelle erwähnt.

Für die Speläochronologie kann die Photolumineszenz nur sehr allgemeine und nicht eindeutige Aussagen geben. Dagegen gibt die Thermolumineszenz auf Grund der Berechnung der Lichtsummen von naturgemäss und exakt im Labor bestrahlten Proben ziemlich verlässliche absolute chronologische Daten.

In der technischen Speläologie ist die UV-Beleuchtung von Schauhöhlen zu nennen, von der in vielen Höhlen schon jahrelange Erfahrungen zur Verfügung sind.

Bei dem Fotografieren von Lumineszenzerscheinungen in Höhlen sind die sehr niedrige Intensität der Objekte und die Reflexion der primären Strahlen zu beachten.

VEDECKÉ SPRÁVY

VYHLEDÁVÁNÍ KAVEREN VE SLOVENSKÉM KRASU ELEKTROMAGNETICKÝMI VLNAMI

MILAN KAŠPAR – JIŘÍ PECEN – JÁN ŠUBA

Hydrogeologický průzkum, zabývající se vyhledáváním zdrojů vod v krasových útvarech se doposud opíral o klasické geologické, hydrogeologické, vrtné eventuelně důlní ověřovací práce. Nasazení moderních geofyzikálních metod vede ke zvýšení efektivnosti hydrogeologického průzkumu. Přístup geofyziky k řešení hydrogeologických úkolů je závislý na pozici vody v horninovém útvaru.

Geofyzikálními metodami je možno horizonty spodních vod hledat přímo, stratigraficky nebo strukturně. Přímo jsou vyhledávány např. zdroje termálních nebo radioaktivních vod metodami termickými nebo radioaktivními.

Sledování výskytu podzemních dutin v krasových oblastech má svou důležitost pro mapování podzemních prostor. Rozhodující význam při řešení těchto úkolů mají především metody geoelektrické (odporové profilování, vertikální elektrická sondáž, metoda nabitého tělesa, metoda vynucené polarizace a další) eventuelně elektromagnetická (T u r a m, S l i n g r a m).

K vyhledávání struktur nebo stratigrafických horizontů vhodných pro exploataci vlastních podzemních a puklinových vod přispívají kromě karotážních metod nejvíce seismické, magnetometrické, gravimetrické a samozřejmě geoelektrické metody.

K detailnímu sledování krasových dutin se uplatňují především metody geoelektrické a gravimetrické. Krasové dutiny se podle svého charakteru a hloubky projevují minimem event. maximem hodnot zdánlivého specifického odporu ρ_z a minimálními tíhovými hodnotami Δ_g. Dosavadní zkušenosti s vyhledáváním krasových dutin povrchovými geofyzikálními metodami ukazují, že se jedná o velmi obtížný úkol, přičemž výsledky s ohledem na složitou hydrogeologickou situaci v krasovém útvaru nemusí být vždy jednoznačné.

Byl učiněn proto pokus využít deformací v prostorovém rozložení vysokofrekvenčního (vf.) elektromagnetického pole k určení polohy kaveren v krasovém útvaru. Měření se uskutečnilo v oblasti slovenského krasu v báňských dílech vybudovaných v zájmové oblasti.

GEOLOGIE ZKOUMANÉ OBLASTI A FYZIKÁLNÍ PŘEDPOKLADY PRO POUŽITÍ ELEKTROMAGNETICKÉ METODY

Lokalita Slavec — Veľká Skala leží u Rožňavy ve Slovenském krasu.

Slovenský kras představuje složité synklinorium, které je budováno jihogemeridní mezozoickou tektonickou jednotkou. Zájmové území je budováno převažně světlými ladinskými vápenci wettersteinského typu. Vápence jsou značně náchylné ke zkrasovění, vytvářejí se v nich dutiny rozličných rozměrů.

Průběh dutin a jejich průřez je značně proměnný. Místy jsou dutiny vyplněné; výplň je pestrá — od jílových častic až po štěrky.

Ke zjištění elektrických parametrů hornin v proměřovaném prostoru bylo provedeno laboratorní měření dielektrické konstanty a elektrické vodivosti vzorků hornin v závislosti na kmitočtu. Pro toto měření byly odebrány vzorky hornin ze zájmové oblasti. Z těchto vzorků byly nařezány destičky, které tvořily dielektrikum měrného kondenzátoru. Impedance tohoto přípravku byla měřena na měřiči impedance. Z naměřených hodnot byl proveden výpočet změny měrné vodivosti a dielektrické konstanty za účelem zjištění optimálního měřícího kmitočtu. Výsledky laboratorních měření prokázaly malou vodivost vápenců a jejich relativně malou frekvenční závislost v oblasti uvažovaných kmitočtů.

Fyzikální předpoklad pro úspěšné použití vf. elektromagnetické metody pro vyšetřování dutin vyplněných elektricky odlišným materiálem je tedy v homogenním vápencovém masivu splněn. Existuje zde dostatečně velký rozdíl vodivosti mezi výplní dutin (jílovité a štěrkopískové polohy nasycené vodou) a okolním vápencovým masivem.

METODA ELEKTROMAGNETICKÉHO PROZAŘOVÁNÍ A POUŽÍVANÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE

Použití metody elektromagnetického prozařování [4] spočívá v existenci odlišných elektrických vlastností vyšetřovaných objektů, v našem případě podzemních krasových útvarů a okolních hornin. Tyto elektrické nehomogenity vytvářejí poruchy v rozložení elektromagnetického pole. Leží-li vodivé těleso mezi vysílačem a měřičem pole, vytvoří se oblast zvětšeného útlumu elektromagnetického pole [1].

Stanovení způsobu interpretace naměřených hodnot v obecných podmínkách vede k velmi složitým parciálním diferenciálním rovnicím [3], [5], jejichž obecné řešení je velmi obtížné. Pro praktické vyhodnocení naměřených hodnot je třeba vycházet ze zjednodušujících podmínek šíření elektromagnetických vln z bodového zdroje.

Pro bodový všesměrný zdroj elektromagnetického pole platí, že pole ve vzdálenosti R od tohoto zdroje (za předpokladu, že R je větší než λ, kde λ je používaná vlnová délka), je dáno přibližně vztahem

$$E = E_0 \frac{1}{R_0} e - \beta_0 R_0 \qquad (1)$$

kde β je konstanta útlumu prostředí, kterým prochází elektromagnetická vlna; E_0 je hodnota intenzity pole v místě zdroje.

Tento zjednodušený výraz (1) lze použít pouze pro oblast vápenců, kde je základní vodivost prostředí malá a svými vlastnostmi se více blíží prostředí nevodivému.

Izolinie stejné hodnoty pole nám vytváří soustředné koule se středem v místě uložení zdroje elektromagnetického pole. Takto si můžeme vytvořit sítě izolinií hodnot elektromagnetického pole pro různé velikosti β.

Jestliže sledujeme pole ve vzdálenosti R_0 od zdroje podle rovnice (1), potom při konstantním E_0 se s rostoucím β_0 zmenšuje. Z této úvahy vyplývá metoda vyhodnocení naměřených hodnot při elektromagnetickém prozařování. Pro danou oblast určíme z několika měření koeficient útlumu β. To lze nejlépe provést měřením ve dvou bodech, ležících na spojnici s vysílačem. Je-li ve vzdálenosti R_1 hodnota pole E_1 a ve vzdálenosti R_2 hodnota pole E_2, potom platí

$$\beta = \frac{20 \log E_1/E_2}{R_2 - R_1} \text{ dB/m; mV/m; m} \qquad (2)$$

kde R_1 je bližší a R_2 vzdálenější bod od zdroje elektromagnetického pole.

Tato měření provedeme na několika různých místech a výslednou hodnotu určíme jako aritmetický průměr z provedených měření. Potom pro danou hodnotu útlumu β a daný výkon zdroje elektromagnetického pole vytvoříme síť izolinií hodnot elektromagnetického pole. Tyto nám — za předpokladu všesměrné vyzařovací charakteristiky zdroje — vytvoří soustředné koule. Jestliže však tato podmínka není splněna, vytvoří vyzařovací charakteristika obecné těleso. Tuto skutečnost je nutno mít při měření na zřeteli. Využíváme pak pouze část prostorového vyzařovacího diagramu zdroje, kde nemusíme při vyhodnocení uvažovat korekci na vyzařovací charakteristiku nebo využíváme celý vyzařovací diagram a při výpočtu musíme uvažovat korekci na tvar vyzařovací charakteristiky zdroje.

Jestliže se mezi vysílačem a přijímačem objeví vodivé těleso, projeví se v místě přijímače snížením hodnoty elektromagnetického pole. Rozdíl mezi hodnotou teoreticky vypočtenou P_n pro dané prostředí podle vztahu (1) a (2) a skutečně naměřenou P_a v daném místě měření nám udává anomální hodnotu *A*:

$$P_n - P_a = A \qquad (3)$$

Tento rozdíl je možné vyjádřit buď v absolutních jednotkách [mV], nebo v [dB].

Jestliže vyjádříme pro daný výkon vysílače a útlum izolinie elektromagnetického pole ne v absolutních jednotkách, ale v poklesu elektromagnetického pole v místě měření proti místu zdroje v [dB], můžeme určit z tohoto grafu pro danou hodnotu pole přímo celkový útlum na trase mezi přijímačem a vysílačem. Tím dostáváme jednoznačné přiřazení hodnot, teoreticky vypočtených a naměřených a jejich rozdíl můžeme vyjádřit v [dB].

Jako měřicí zařízení sloužila aparatura pro elektromagnetické prozařování

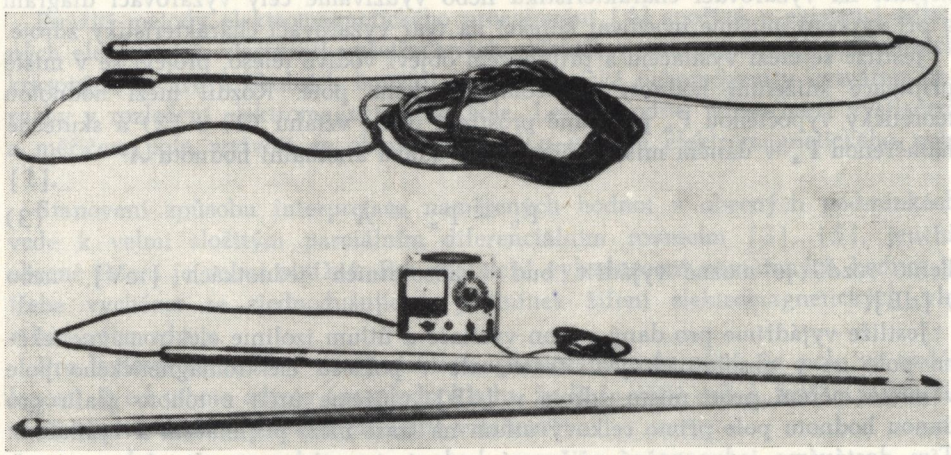
mezi vrty KPS-1 [2]. Měřicí zařízení KPS-1 je tvořeno vysílačem a měřičem pole. Vysílač včetně napájecích zdrojů a antény je řešen jako celek, který tvoří vysílací sondu. Měřič pole se skládá z vysokofrekvenční části, která tvoří přijímací sondu, z nízkofrekvenční části umístěné při ústí vrtu a ze speciálního spojovacího kabelu. Elektronika měřicího zařízení je celotranzistorová, napájecí napětí je 12 V. Druh provozu vysílače je A_0 (nemodulovaná nosná).

TECHNICKÉ PARAMETRY VYSÍLACÍ SONDY

kmitočet řízený krystalem	f = 2 MHz; 5 MHz; 8 MHz
stabilita kmitočtu lepší než	$5 . 10^{-5}$
teplotní rozsah	5—45 °C
napájení	12 V
průměr elektroniky	32 mm
vnější průměr sondy	40 mm
celková délka sondy	1685 mm
maxim. vnější přípustný tlak na sondu	10 MPa
výkon vysílače na anténě	cca 1 W (podle druhu antény)

TECHNICKÉ PARAMETRY VYSOKOFREKVENČNÍ PŘIJÍMACÍ SONDY

kmitočtový rozsah	1—8 MHz přeladitelný po skocích 1 MHz
stabilita kmitočtu lepší než	$1 . 10^{-5}$
teplotní rozsah	5—45 °C



Obr. 1. Foto vysílací a přijímací části měřicího zařízení KPS-1

Рис. 1. Фотография передаточной и приемной частей измерительной установки KPS — 1

Abb. 1. Die Sende- und Empfangseinrichtung des Meßgerätes KPS-1

Obr. 2. Pohled na měřící soupravu KPS-1 připravenou pro měření
Рис. 2. Вид комплекта измерительных приборов KPS — 1, приготовленного к измерению
Abb. 2. Die Meßgarnitur KPS-1 bereit zum Messen

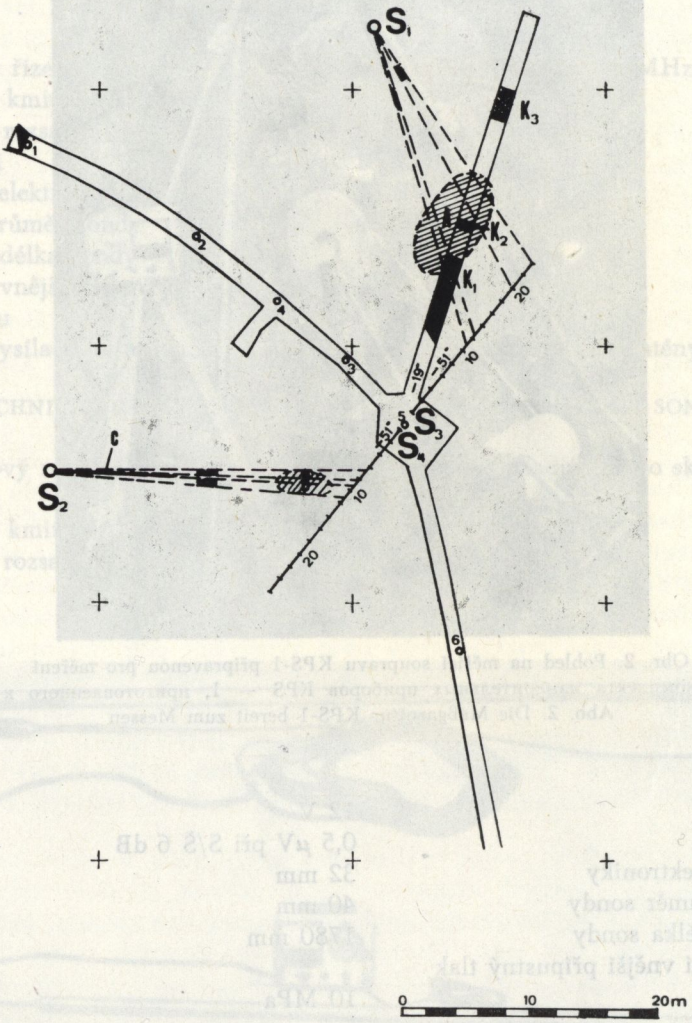
napájení	12 V
citlivost	0,5 μV při S/Š 6 dB
průměr elektroniky	32 mm
vnější průměr sondy	40 mm
celková délka sondy	1780 mm
maximální vnější přípustný tlak na sondu	10 MPa

TECHNICKÉ PARAMETRY NÍZKOFREKVENČNÍHO ZAŘÍZENÍ

rozsah měřeného napětí	0,05 mV — 300 V (ve 13 rozsazích)
kmitočtový rozsah	0,1 kHz — 30 kHz
šířka pásma	Q_{ekv} v celém rozsahu > 8

napájení 12 V
rozměry přístroje 255 × 190 × 155 mm

Foto vysílací (nahoře) a přijímací části měřicího zařízení (dole) je na obr. 1. Pohled na celou měřicí soupravu KPS-1 (včetně vrátku), připravenou pro měření, je na obr. 2.



Obr. 3. Důlní situace se zakreslenými vrty a ověřovací úpadnicí z lokality Slavec — Velká Skala u Rožňavy ve slovenském krasu

Рис. 3. Ситуационный план шахты с зарисованными скважинами и удостоверяющим уклоном из местонахождения Славец — Велька Скала у Рожнявы в словацком карсте

Abb. 3. Die Grubensituation mit den eingezeichneten Bohrungen und dem einfallenden Verifizierungsgang in der Lokalität Slavec — Veľká Skala bei Rožňava im Slowakischen Karst

Vysvětlivky k obr. 3 až 6

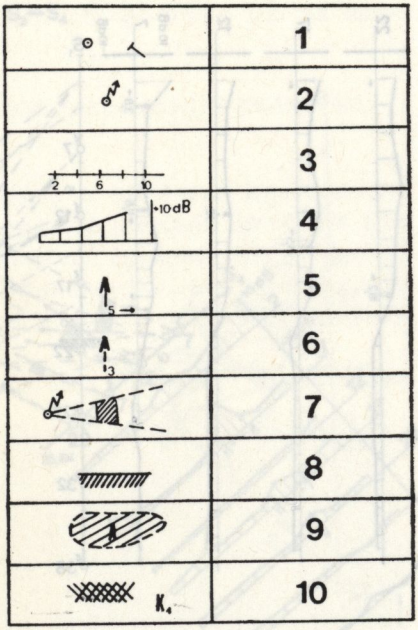
1 — poloha vrtu, 2 — poloha vysílače, 3 — poloha přijímače, 4 — výsledná hodnota měřeného pole v dB, 5 — ohraničení anomální zóny v bodě 5, 6 — osa anomalie v bodě 3, 7 — prostorové vymezení anomální zóny, vyznačený směr pole vysílače, 8 — hladina podzemní vody ve vrtu, 9 — interpretovaná anomální poloha, 10 — kaverna K1 ověřená úpadnicí

Обьяснения к рис. 3—6

1 — местоположение скважины, 2 — местоположение передатчика, 3 — местоположение приемника, 4 — результирующая величина измеряемого поля в dB, 5 — органичение аномальной зоны в точке 5, 6 — ось аномалии в точке 3, 7 — пространственное органичение аномальной зоны, обозначенное направление поля передатчика, 8 — уровень подземной воды в скважине, интерпретированное аномальное месторасположение, 10 каверна K1 удостоверенная уклоном

Erläuterungen zu den Abb. 3 bis 6

1 — Lage der Bohrung, 2 — Position des Senders, 3 — Position des Empfängers, 4 — Resultat des gemessenen Feldes in dB, 5 — Abgrenzung der anomalen Zone in Punkt 5, 6 — Achse der Anomalie in Punkt 3, 7 — räumliche Abgrenzung der anomalen Zone mit eingezeichneter Richtung des Senderfeldes, 8 — Spiegel des unterirdischen Wassers in der Bohrung, 9 — die interpretierte anomale Lage, 10 — die durch den einfallenden Gang verifizierte Kaverne K1



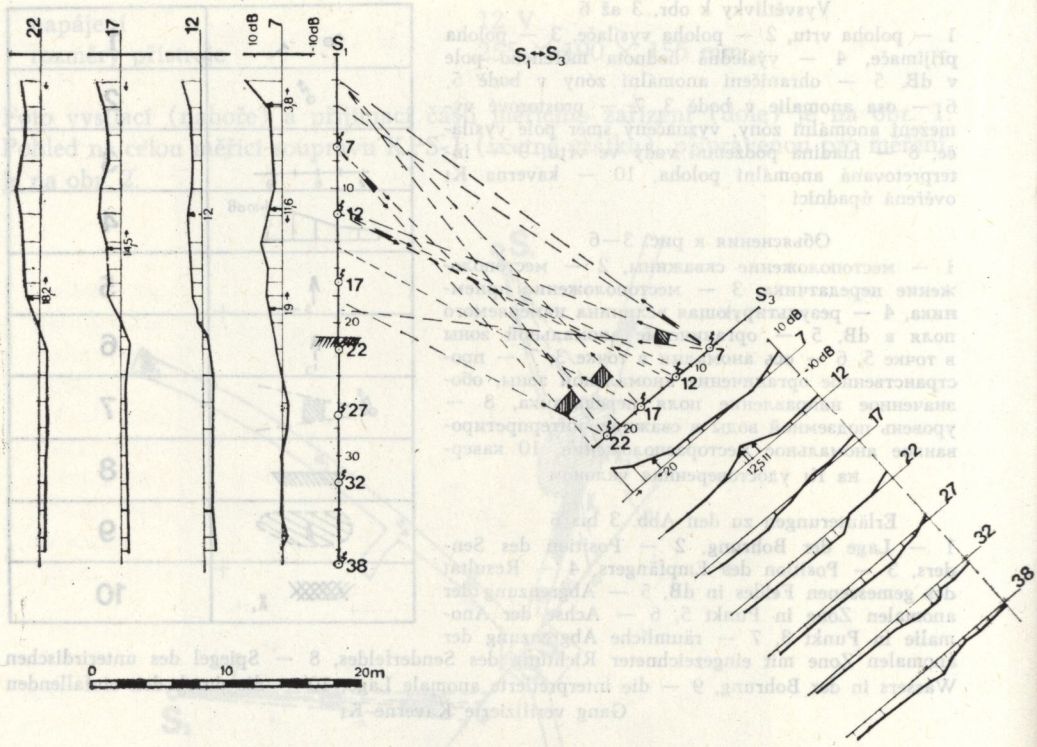
VÝSLEDKY MĚŘENÍ A JEJICH INTERPRETACE

Měření bylo provedeno na pracovním kmitočtu 5 MHz. Vrtný vysílač měřicí soupravy byl postupně umísťován v pevné poloze v jednom vrtu a měřičem pole byly v druhém vrtu odečítány změny elektromagnetického pole. Základní krok měření byl 2 m a podle okolností byly měřeny další zahušťovací body.

Důlní situace se zakreslenými svislými vrty (S_1, S_2) a úpadními vrty (S_3, S_4) je uvedena na obr. 3.

Pro vyhodnocení naměřených hodnot postupem uvedeným v předchozí části bylo třeba nejprve určit střední hodnotu útlumu β_0 pro pracovní kmitočet 5,0 MHz. Tato hodnota $\beta_0 = 0{,}2$ dB/m byla určena přímo z měření mezi vrty a odpovídá i výsledkům laboratorního měření. Pro vyhodnocení naměřených údajů bylo třeba určit skutečnou vzdálenost mezi vysílacím a přijímacím zařízením.

Na základě zjištěné hodnoty útlumu β_0 bylo vypočteno normální pole pro měřené profily. Rozdíl tohoto vypočteného pole a naměřených hodnot podle vztahu (3) je pro jednotlivé měřené profily vynesen v [dB] a představuje nám výsledek celého měření. Na grafech (obr. 4—5) je vyznačena poloha vysílače a měřený profil. Anomální poloha je v grafech omezena svislými šipkami a vyznačena šrafurou.



Obr. 4. Výsledky elektromagnetického měření mezi vrty $S_1 - S_3$

Рис. 4. Результаты электромагнитного измерения между скважинами $S_1 - S_3$

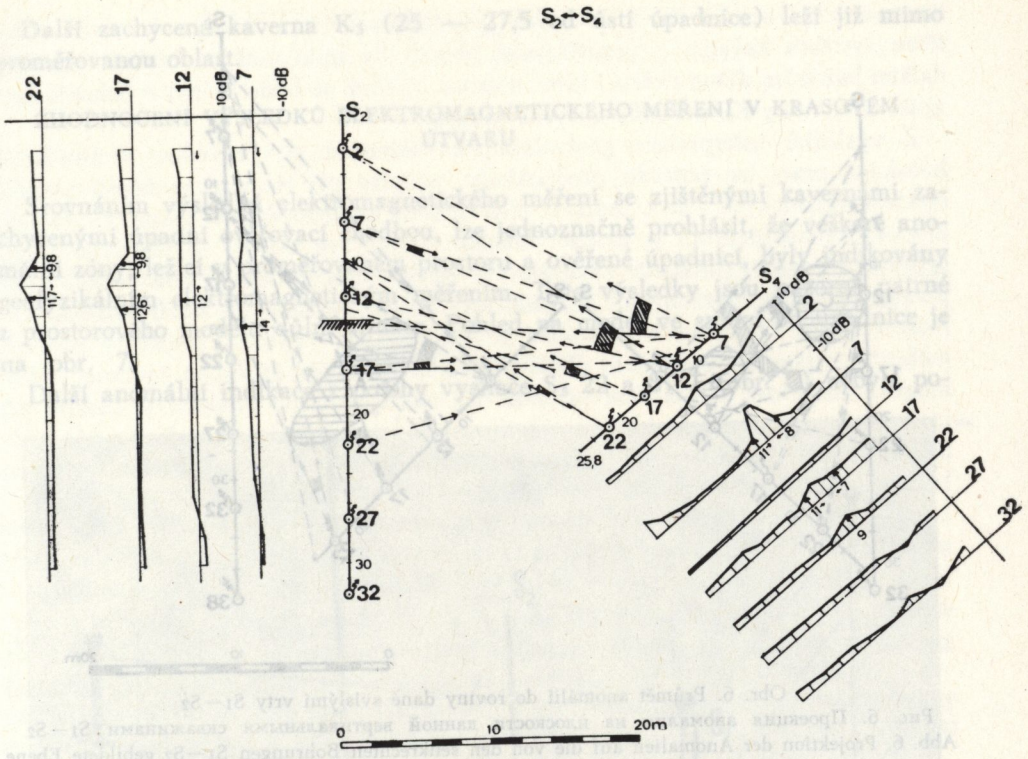
Abb. 4. Ergebnisse der elektromagnetischen Messungen zwischen den Bohrungen $S_1 - S_3$

Z řady měření, provedených v této oblasti mezi dvojicemi vrtů event. mezi úvodní chodbou a vrtem, vyjímáme jen několik příkladů.

Na obr. 4 je vyznačen výsledek měření mezi vrty S_1 — S_3. Při měření mezi $S_1 \rightarrow S_3$ byl z polohy vysílače S_1 7 ve vrtu S_3 vymezen anomální úsek mezi body 20 — 24. Z polohy S_1 12 ve vrtu S_3 byl vymezen anomální úsek mezi body 11 — 12,5. Měření z dalších poloh vysílače umístěného ve vrtu S_1 neprokázalo ve vrtu S_3 žádné další anomální úseky.

Při měření mezi $S_3 \rightarrow S_1$ byly z polohy vysílače S_3 7 zachyceny ve vrtu S_1 anomální úseky 2 — 3,8 a 11,6 — 19; z polohy vysílače S_3 12 ve vrtu S_1 zachycena anomálie v okolí bodu 12 (značeno osou); z polohy vysílače S_3 17 anomální úsek 2 — 14,5; z plochy vysílače S_3 22 anomální úsek 2 — 18,2.

Na obr. 5 je uveden výsledek měření mezi vrty S_2 — S_4. Při měření mezi $S_2 \rightarrow S_4$ byl z polohy vysílače S_2 7 ve vrtu S_4 vymezen anomální úsek mezi body 8 — 11; z polohy S_2 17 mezi body 7 — 11; z polohy S_2 22 je zachycena anomálie v okolí bodu 9. Na ostatních profilech nebyly zachyceny žádné anomální úseky.

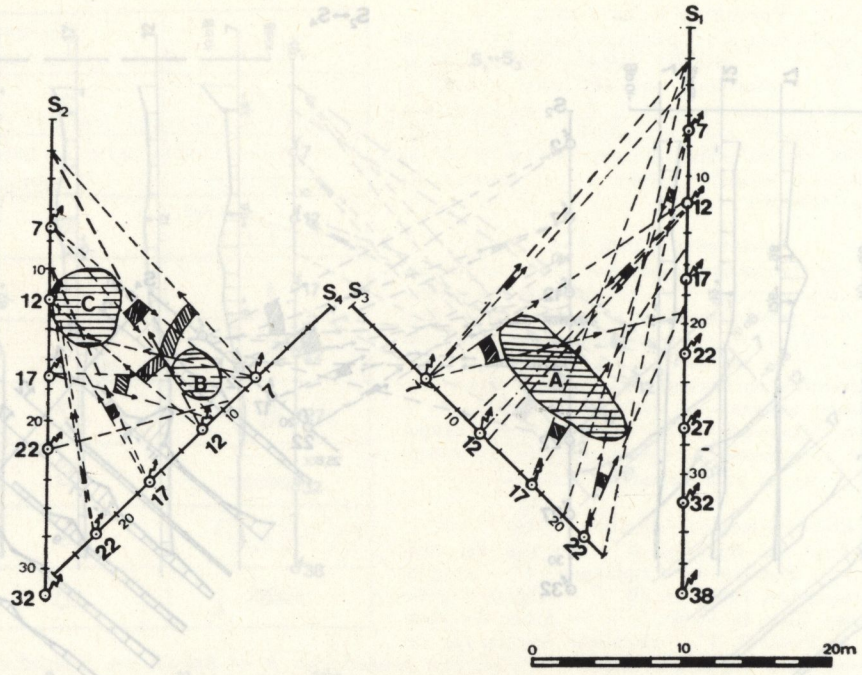


Obr. 5. Výsledky elektromagnetického měření mezi vrty S_2—S_4
Рис. 5. Результаты электромагнитного измерения между скважинами S_2—S_4
Abb. 5. Ergebnisse der elektromagnetischen Messungen zwischen den Bohrungen S_2—S_4

Při měření mezi $S_4 \rightarrow S_2$ byl z polohy vysílače S_4 7 ve vrtu S_2 vymezen anomální úsek 2 — 14; z polohy vysílače S_4 12 anomální úsek 2 — 12; z polohy vysílače S_4 17 anomální úsek 9,8 — 12,6; z polohy vysílače S_4 22 anomální úsek 9,8 — 11,7.

Na základě výsledků popsaných měření a měření z dalších poloh vysílače byly v této oblasti interpretovány tři anomální polohy A, B, C. Na obr. 6 je vyznačen průmět zjištěných anomálií do roviny dané svislými vrty S_1 — S_2. Průmět těchto anomálií do důlní situace je uveden na obr. 3. Vysvětlivky k obr. 3 — 6 jsou uvedeny na str. 87.

Anomálie A se nachází v prostoru mezi vrty S_1 — S_3 a lze předpokládat, že je tvořena systémem kaveren. Anomálie B a C se nacházejí v prostoru mezi vrty S_2 — S_4. Jedná se pravděpodobně o systém kaveren, které mohou být propojeny, ale v proměřované oblasti se jeví jako dvě oddělené anomálie.



Obr. 6. Průmět anomálií do roviny dané svislými vrty S1—S2

Рис. 6. Проекция аномалии на плоскости данной вертикальными скважинами S1—S2

Abb. 6. Projektion der Anomalien auf die von den senkrechten Bohrungen S1—S2 gebildete Ebene

OVĚŘENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ PRŮZKUMNÝM DÍLEM

Při konečném hodnocení výsledků elektromagnetického měření jsme dospěli k závěru, že vymezené anomální oblasti zvýšeného útlumu jsou pravděpodobně projevem vyplněných krasových prostor. Vzhledem k tomu, že se jednalo o prvou aplikaci této metody při řešení hydrogeologických problémů, doporučili jsme ověřit reálnost těchto předpokladů průzkumnými pracemi.

Pro ověření byla vybrána anomální zóna A. Anomálie byla ověřena úpadnicí, raženou z rozšířené části úvodní štoly (měřický bod 5). Její poloha je patrná z obr. 3 a 7. Úpadnice o celkové délce 34 m a úklonu 19 ° (od horizontální roviny) prošla nejprve vápenci s puklinami, vyplněnými červenou hlínou. V 6 m od ústí začíná ve východním boku úpadnice štěrkopísčitá poloha, která pokračuje dále v délce 7 — 13 m od ústí. Tato štěrkopísčitá poloha, označená jako kaverna K1, leží na zvětralém vápencovém podkladě a je tvořena štěrkovým souvrstvím s obsahem černých bituminozních písků až štěrků. Poloha této kaverny odpovídá elektromagnetické anomálii zachycené z polohy vysílače S3 7.

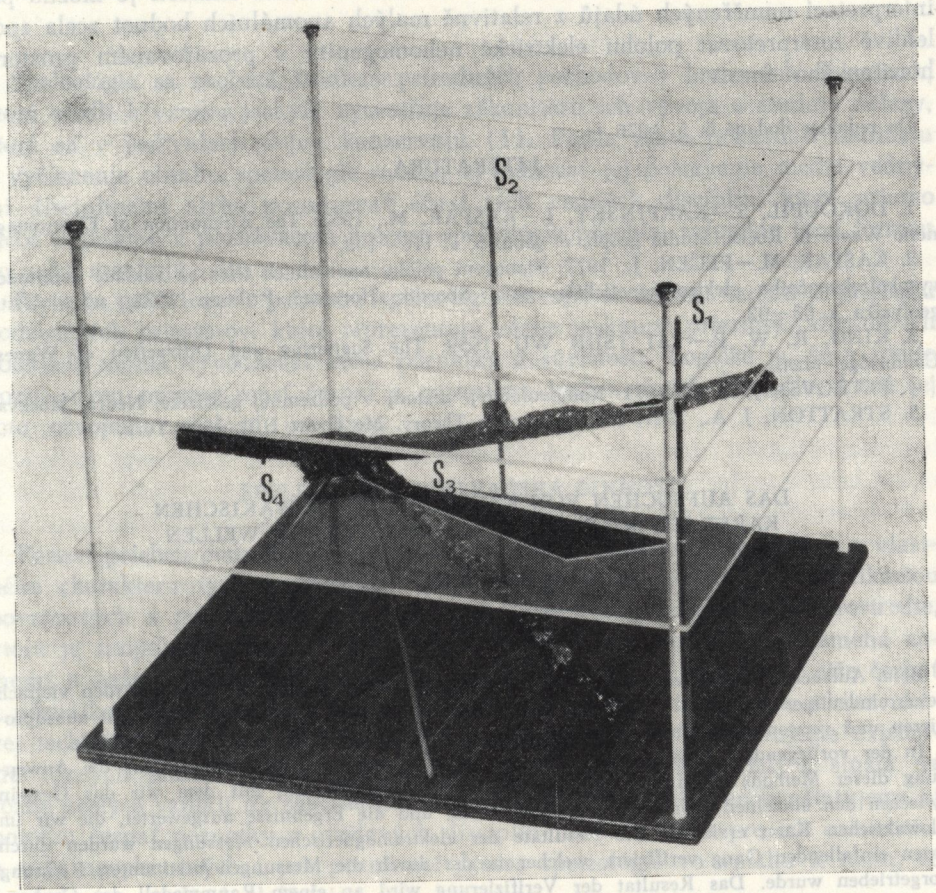
Asi 16 m od ústí úpadnice byly zachyceny menší kaverny K2, vyplněné štěrkovým materiálem. Tyto kaverny odpovídají elektromagnetickým anomáliím, zachyceným z polohy vysílače S3 17 a S1 12.

Další zachycená kaverna K_3 (25 — 27,5 od ústí úpadnice) leží již mimo proměřovanou oblast.

ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ELEKTROMAGNETICKÉHO MĚŘENÍ V KRASOVÉM ÚTVARU

Srovnáním výsledků elektromagnetického měření se zjištěnými kavernami zachycenými úpadní ověřovací chodbou, lze jednoznačně prohlásit, že veškeré anomální zóny, ležící v proměřovaném prostoru a ověřené úpadnicí, byly indikovány geofyzikálním elektromagnetickým měřením. Tyto výsledky jsou názorně patrné z prostorového modelu důlní situace. Pohled na model ve směru od úpadnice je na obr. 7.

Další anomální indikace z polohy vysílače S_3 22 a S_1 7 (obr. 6) nebyla po-



Obr. 7. Pohled na prostorový model důlní situace ve směru od úpadnice

Рис. 7. Вид на пространственный модель ситуационного плана шахты в направлении от уклона

Abb. 7. Ansicht des Raummodells der Grubensituation in der Richtung des einfallenden Ganges

tvrzena ověřovací úpadnicí. Lze však předpokládat, že s ohledem k velmi složitému systému kaveren v proměřované oblasti by bylo možné vhodně vedeným dalším báňským dílem ověřit i tuto indikaci. Zřejmě se bude jednat o pokračování zjištěné kaverny K_2 nebo K_3 směrem nahoru.

Z výsledků interpretace geofyzikálních měření a po provedení ověřovacích báňských prací lze potvrdit předpoklady, učiněné při rozboru možnosti použití elektromagnetických vln k indikaci elektrických nehomogenit v krasovém útvaru. Z elektrického hlediska je možno pokládat vápencové útvary za relativně velmi homogenní oblast. Jakákoliv kaverna, vytvořená v tomto vápencovém útvaru a vyplněná různým materiálem, je elektricky dosti odlišná od okolního masívu. Rozdíl těchto elektrických vlastností je dán druhem výplně. Protože se provádí měření v relativně homogenní oblasti, jsou kritéria pro úspěšnou indikaci nehomogenit nižší než v opačném případě. Na základě těchto znalostí je možno při interpretaci naměřených údajů z relativně malých anomálních hodnot zcela spolehlivě interpretovat polohu elektrické nehomogenity v prozařovaném prostoru horninového masívu.

Do redakcie dodané 6. 5. 1976.

LITERATURA

1. DOKOUPIL, S.—KARPINSKÝ, J.—KAŠPAR, M., 1962: The Attenuation of Electromagnetic Waves in Rocks. Studia geoph. et geod. 6, s. 176—192.

2. KAŠPAR, M.—PECEN, J., 1972: Stanovení polohy anomálních těles na základě deformace vysokofrekvenčního elektromagnetického pole. Sborník Hornická Příbram 1972, sekce Užitá geofyzika, s. 63—92.

3. KING, R. W. P.—TAI TSUN WU, 1959: The Scattering and Diffraction of Waves, Cambridge, Mass.

4. PETROVSKIJ, A. D., 1971: Radiovolnovyje metody v podzemnoj geofizike. Nedra, Moskva.

5. STRATTON, J. A., 1941: Electromagnetic Theory. Mc Graw Hill, New York.

DAS AUFSUCHEN VON KAVERNEN IM SLOWAKISCHEN KARST MIT HILFE ELEKTROMAGNETISCHER WELLEN

M. Kašpar — J. Pecen — J. Šuba

Zusammenfassung

Beim Aufsuchen von Kavernen mittels klassischer geophysikalischer Methoden wurden vielfach keine eindeutigen Resultate erzielt. Wir entschlossen uns deshalb neuartige Methoden auszuprobieren und verwendeten dabei elektromagnetische Wellen im Bereich von 2 bis 10 MHz.

In der vorliegenden Abhandlung werden die physikalischen Voraussetzungen für die Anwendung dieser Methode angeführt, das Meßgerät KPS-1 beschrieben, mit dem wir das Gestein zwischen den einzelnen Bohrungen durchleuchteten, und die Ergebnisse ausgewertet, die wir im Slowakischen Karst erzielten. Die Resultate der elektromagnetischen Messungen wurden durch einen einfallenden Gang verifiziert, welcher in der durch die Messungen bestimmten Richtung vorgetrieben wurde. Das Resultat der Verifizierung wird an einem Raummodell der Grubensituation dargelegt, in dem auch die Bohrungen verzeichnet sind.

Die erzielten Ergebnisse, beglaubigt durch die einfallende Strecke, haben erwiesen, daß die elektromagnetische Methode bei der Lösung spezieller hydrogeologischer Probleme in Karstformationen erfolgreich angewendet werden kann.

CHARAKTERISTIKA MERAČSKEJ ČINNOSTI V SPELEOLOGICKÝCH PODMIENKACH VO VZŤAHU K MERAČSKEJ TERMINOLÓGII

MARCEL LALKOVIČ

Speleológia sa zaoberá štúdiom prírodných pochodov v krasových oblastiach, ktoré viedli k vzniku jaskýň, vysvetľuje zákonitosti ich vývoja a študuje nálezy, ktoré sa v jaskyniach dobre konzervujú (1). Podľa tohto pokusu o definíciu a vyčlenenie obsahu speleológie možno vyvodzovať jej postavenie medzi vednými disciplínami alebo posudzovať účasť tých vedných disciplín, ktoré priamo alebo nepriamo v poznávacom procese speleológie pôsobia, prípadne inou formou do neho zasahujú.

Preto je prirodzenou potrebou speleológie osvojiť si znalosť terénu a priebehu podzemných priestorov, ktoré reprezentujú rôzne jaskynné priestory, aby na ich podklade mohla vyvodzovať svoje poznatky a súvislosti. Logické je, že v tomto poznávacom procese musí čerpať z poznatkov tých vedných disciplín, ktoré jej toto osvojenie znalostí umožnia.

SPELEOLÓGIA A MERAČSKÁ ČINNOSŤ

Poznať priebeh podzemných priestorov je zložitá záležitosť. Vyplýva to z vlastného charakteru týchto priestorov. Jaskynný priestor vytvorený komunikáciou povrchových a podzemných vôd možno definovať ako veľmi členité prostredie, ktoré je svojím spôsobom neopakovateľné. Poznať toto prostredie znamená zamerať a znázorniť vhodnou technikou priebeh jaskynných priestorov, čiže čerpať z poznatkov banského meračstva, geodézie, fotogrametrie, laserovej a ultrazvukovej techniky, ktoré sa touto problematikou zaoberajú. Ak konštatujeme existenciu rôznych plánov jaskynných priestorov a lokalít, ktoré slúžili a slúžia na rôzne účely a vznikli na základe potreby, znamená to, že zároveň konštatujeme aj potrebu čerpať poznatky z uvedených disciplín nevyhnutných pre ich existenciu, a teda nevyhnutných i pre poznávací proces speleológie vo vzťahu k tomu, čo vymedzuje uvedená definícia.

Tým, že sa postupom času vyvinula speleokartografia ako výsledok „cieľavedomého bádania v jaskyniach či už z dôvodov vlastivedných alebo vedeckých" (1), položili sa základy odboru, ktorý si zo speleologických aspektov

kladie za cieľ znázorňovanie jaskynných priestorov. Speleokartografia, ktorá takto oficiálne reprezentuje otázky súvisiace s vlastným znázorňovaním jaskynných priestorov, nevystihuje pravú podstatu veci. Často sa k nej priraďujú otázky, ktoré s termínom kartografia nemajú nič spoločného, keďže z hľadiska terminologického nepokrýva práve tú meračskú činnosť, ktorej vlastné kartografické práce predchádzajú. Táto činnosť objektívne existuje odvtedy, odkedy existuje úsilie kartograficky vyjadriť priebeh jaskynných priestorov. Preto by bolo správnejšie vidieť ju a chápať ako výsledok meračského snaženia. Vlastné znázornenie jaskynného priestoru završuje určitú meračskú činnosť, nevyhnutnú na to, aby k znázorneniu došlo. Dokonca možno povedať, že medzi touto činnosťou a kartografickým znázornením existuje určitá závislosť. Akú mieru dôležitosti prisúdime meračskej činnosti, takú mieru spoľahlivosti možno očakávať aj od kartografického zobrazenia. Meračská činnosť podmieňuje ako primárny časový a vedný faktor speleokartografiu, o ktorej sme povedali, že nevystihuje pravú podstatu veci, a teda z terminologického pohľadu by sme ju mali chápať ako „čas odboru, pre ktorý nateraz niet jednotného pomenovania, ale ktorý, ako sa zdá, je nutný v celom poznávacom procese". Vieme, že tento v speleologických podmienkach existuje, o čom svedčí okruh autorov, ktorí meračsky pôsobili v jaskynnom prostredí (Zikmund, Jurák, Paloncy) alebo pôsobia (Droppa, Kámen a i.). Nevieme, v akom vzťahu je s banským meračstvom a geodéziou, disciplínami, ktoré sú predmetom každej meračskej činnosti. Ak hovoríme o určitej aplikácii, nevieme, kde táto aplikácia končí a kde začína činnosť, ktorá je charakteristická práve v podmienkach jaskynného prostredia. Týmto otázkam sa doteraz nevenovala dostatočná pozornosť. Tým, že hovoríme o existencii osôb, ktoré meračsky v jaskynnom prostredí pôsobili, konštatujeme, že ich účinkovanie pre presadzovanie tohto odboru bolo neobyčajne dôležité a významné. Netvrdíme však, že ich meračský pohľad išiel vždy do dostatočnej hĺbky a že to boli oni, ktorých činnosť je pre diferencovanie a charakterizovanie celkového meračského pôsobenia v jaskynnom prostredí rozhodujúca.

V teoretickej rovine chýbajú totiž práce, ktoré by si kládli za cieľ vymedziť postavenie meračského pôsobenia v jaskynnom prostredí voči meračským disciplínam alebo by sa pokúšali aspoň v hrubých rysoch toto pôsobenie charakterizovať. Zväčša sa obmedzujú iba na popis všeobecnej metodiky merania, resp. použiteľnosť určitého meračského zariadenia v jaskynnom prostredí (5, 6).

Nevyriešená ostáva otázka, kde zaradiť a ako pomenovať meračskú činnosť, ktorá je potrebná, ak chceme znázorniť jaskynný priestor, a ako definovať celkové meračské pôsobenie, ktoré (i keď mnoho vecí aplikuje) je predsa len odlišné od praxe meračských disciplín. Do akých vzťahov celé toto pôsobenie usporiadať, aby vznikla ucelená sústava.

MERAČSKÁ ČINNOSŤ A SPELEOLOGICKÉ MAPOVANIE

Meračské pôsobenie v jaskynnom prostredí sa v mnohom podobá banskému meračstvu a geodézii. Možno povedať, že prakticky vychádza z tej istej metodiky, avšak tak ako banské prostredie podmieňovalo použiteľnosť známych me-

račských metód a postupov pri meračských prácach na povrchu, tak aj jaskynné prostredie podmieňuje použiteľnosť známych meračských metód a postupov v praxi banského meračstva a geodézie. Aj keď výsledok, resp. cieľ je totožný s uvedenými odbormi, cesty a prostriedky sú niekedy rôzne.

Meračskú činnosť v jaskynnom prostredí možno charakterizovať rôzne. Jedným z pokusov charakterizovať ju vo vzťahu k jej kartografickému vyjadreniu je aj zavedenie termínu „speleologické mapovanie", ktorý sa objavuje v literatúre (1). Zdá sa, že tento termín oveľa lepšie vystihuje činnosť, ktorá kartografickému zobrazeniu predchádza, avšak ani on z terminologického pohľadu v dostatočnej miere nevystihuje celú meračskú činnosť.

Podľa P. Potužáka a J. Císařa „mapovanie je činnosť, pri ktorej sa použitím znalostí a matematiky zameriavajú, počítajú a zobrazujú podľa určitých jednotných pravidiel tvary zemského povrchu a predmetov na ňom" (2).

Aj keď je táto definícia svojím obsahom zameraná na povrchové meračské práce, ktoré reprezentuje geodézia, existuje jej obdobná aplikácia aj v praxi banského meračstva. Možno sa teda domnievať, že by sa mala aplikovať aj v podmienkach meračskej činnosti v jaskynnom prostredí, s čím nemožno jednoznačne súhlasiť. Časť uvedenej definície, ktorá hovorí o zameriavaní, počítaní a najmä o zobrazovaní podľa určitých jednotných pravidiel, skrýva v sebe rozpor charakteristický práve v podmienkach a praxi speleologického mapovania. Tu totiž, najmä pri zobrazovaní, niet jednotných pravidiel. V súčasnosti možno konštatovať, že hoci pomerne veľké množstvo osôb má záujem osvojiť si určité zásady potrebné pre meračskú činnosť v jaskynnom prostredí, ich výsledky v podobe kartografického zobrazenia jaskynného priestoru sú príliš často poznamenané buď odborným zameraním, alebo celkovou odbornou úrovňou príslušného autora.

Meračskú činnosť v jaskynnom prostredí možno všeobecne charakterizovať ako súbor meračských operácií, ktoré súvisia s vlastným podrobným meraním s cieľom zobrazenia jaskynných priestorov, alebo s inými prácami konanými z pohľadu rôznych potrieb v jaskynnom prostredí. Ak hovoríme o súbore meračských operácií vo vzťahu k podrobnému meraniu, narážame opäť na jednu neujasnenosť v praxi speleologického mapovania.

„Podrobné meranie ako najrozsiahlejšia časť meračských mapovacích prác má za cieľ rôznymi metódami zamerať podrobne polohu všetkých bodov potrebných pre presné určenie tvaru predmetu merania" (2). Hoci uvedená definícia charakterizuje podrobné meranie najmä v podmienkach geodetickej praxe, možno ju aplikovať i na podmienky širokej meračskej praxe, pretože jasne vymedzuje cieľ vlastný tejto časti meračských prác. Preto nie je podstatné, kde sa bude takéto podrobné meranie vykonávať, ale to, že pôjde o podrobné a presné zameranie predmetu merania. Za predpokladu, že predmetom merania bude jaskynné prostredie, musí ísť o presné určenie jeho tvaru, ak chceme hovoriť o podrobnom meraní v meračskej praxi jaskynného prostredia vo vzťahu k speleologickému mapovaniu.

V doterajšej praxi speleologického mapovania však až príliš často prevláda orientačné hľadisko, čo súvisí s členitosťou jaskynného prostredia a niekedy aj s nedostatočným osvojením potrebných meračských zásad. V dôsledku toho sa

podrobné meranie zväčša obmedzuje na zameranie neistých prvkov v miestach meračských bodov, ktorých hustota neodpovedá vždy členitosti prostredia a obyčajne je podmienená metódou merania. Potom pri analógovom (mapovom), ale aj digitálnom vyjadrení jaskynných priestorov v dôsledku ich mimoriadnej priestorovej členitosti dôjde vždy aj v budúcnosti pri použití najmodernejšej techniky k nevyhnutnej generalizácii. Preto sa zdá, že používanie termínu „speleologické mapovanie" je záležitosť nepresná. Významovo je tu ešte jedno hľadisko. V geológii existuje termín „geologické mapovanie", ktoré sa chápe ako zakresľovanie geologickej situácie do existujúceho mapového podkladu na základe terénneho prieskumu. Možno sa domnievať, že i termín „speleologické mapovanie" by bolo treba chápať obdobne, pokiaľ by sa tým myslelo zakresľovanie speleologickej situácie v najvlastnejšom zmysle slova do už existujúceho mapového podkladu, resp. súčasne s vyhotovovaním tohto mapového podkladu.

Ak to potom nebude „speleologické mapovanie", ktorým budeme pomenovávať všetko to, výsledkom čoho je kartografický prejav, musíme obrátiť pozornosť iným smerom, aby sme správne vystihli zmysel a náplň tejto činnosti.

SPELEOLOGICKÉ MERAČSTVO

Konštatovali sme, že meračské otázky jaskynného prostredia vo svojich princípoch vychádzajú z poznávacej roviny banského meračstva a geodézie, ktoré nemožno klásť na ich úroveň. Jaskynné prostredie v dôsledku svojej členitosti stavia často osobu, ktorá vlastný meračský proces realizuje, pred problémy, ktoré uvedené disciplíny riešia okrajovo a ktorých prípadná aplikácia nachádza široké uplatnenie v novej podobe práve v jaskynnom prostredí. Ak si odmyslíme orientačné hľadiská, ktoré často tento meračský proces v minulosti charakterizovali, a meračský proces v jaskynnom prostredí budeme chápať komplexne v jeho obecnej rovine, ukazuje sa, že meračským otázkam v jaskynnom prostredí musíme venovať trochu inú pozornosť. V mnohom budeme musieť voliť iný prístup, ako tomu bolo doteraz.

Toto konštatovanie vychádza z niektorých aspektov. Jaskynné prostredie ako celok je veľmi členité a meračské pôsobenie bude dosť často spojené s oveľa väčšou námahou, ako je to v meračskej praxi geodézie a banského meračstva. Preto nie je možné uvažovať len s použitím známeho konglomerátu meračských postupov geodézie, banského meračstva i fotogrametrie (pozemnej, blízkej). Práve naopak, dá sa predpokladať, že členitosť prostredia si vynúti použitie takých metód, ktoré doterajšia meračská prax nepoznala. V súčasnej dobe sa zmysel meračského pôsobenia významovo posunul do polohy, ktorá súvisí s využívaním jaskynného priestoru človekom, a tu sa často vyžaduje iný prístup ako prv, keď išlo o hľadisko orientačné. Nepôjde tu len o znázornenie jaskynného priestoru v kartografickom zmysle, ale možno očakávať aj riešenie špeciálnych meračských otázok z hľadiska rôznych potrieb a účelu. Navyše rozvoj techniky priniesol mnoho nového aj v konštrukčnom zdokonalení meračských prístrojov, resp. mal za následok vznik nových zariadení, ktoré môžu nájsť vhodné uplatne-

nie aj v jaskynnom prostredí a môžu byť vhodným pomocníkom človeka-merača pri prekonávaní členitosti a ťažkosti jaskynného prostredia.

V takomto prístupe pôjde teda o prvky určitej profesionalizácie meračskej činnosti a toto hľadisko by sa malo odrážať aj v celkovom meračskom pôsobení. Zdá sa preto, že tu možno nájsť odpoveď na to, ako pomenovať činnosť, pre ktorú nie je termín speleologické mapovanie dosť výstižný, resp. s ktorou sa vôbec nekryje. Ak budeme vychádzať z určitej analógie banského meračstva, kde pod týmto termínom vo všeobecnosti rozumieme vlastné podzemné meranie, banské mapovanie, vplyvy poddolovania a geometriu ložísk vo vzťahu k banskému prostrediu, potom by pre meračskú činnosť v jaskynnom prostredí mohol vyhovovať termín jaskynné meračstvo. Posunutím termínu do obecnej polohy vznikne termín *speleologické meračstvo*, ak nechceme meračskú činnosť vzťahovať iba na prostredie jaskýň, ale chápať ju ako činnosť v obecnom speleologickom prostredí.

Na vysvetlenie tohto termínu možno použiť ďalšiu aplikáciu z baníckej praxe. Pri vymedzení termínu banské meračstvo sme hovorili o banskom prostredí. Charakterizovať toto prostredie znamená konštatovať, že je, pokiaľ ide o tvar a priebeh, rôzne. Ako celok je predstavované rôznymi banskými dielami (komín, štôlňa, úpadnica atď.), ktoré pre svoje potreby vytvoril človek. Tento celok môžeme posudzovať z niekoľkých hľadísk, obecne je to banské prostredie a všeobecne meračská činnosť vo vzťahu k tomuto prostrediu sa nazýva banské meračstvo.

Podobne to bude i v speleologickej praxi. Zavedením termínu *speleologické prostredie*, ktorý by mal korešpondovať s termínom banské prostredie, konštatujeme, že i toto predstavujú rôzne priestory (dóm, priepasť, komín atď.), ktoré zasa vznikli v dôsledku prírodných pochodov. Aj toto môžeme posudzovať z niekoľkých hľadísk, obecne však pôjde o speleologické prostredie a všeobecne meračská činnosť vo vzťahu k tomuto prostrediu by sa teda mala nazývať *speleologické meračstvo*.

Tento termín môže navodzovať určitú podobnosť doterajších aplikácií iných vedných disciplín na podmienky speleológie (archeológia-speleoarcheológia, biológia-speleobiológia a pod.), avšak badať v tom určitý rozdiel. Zavedením tohto termínu by sme predovšetkým mali charakterizovať určité odlišnosti meračskej praxe jaskynného prostredia od existujúcich meračských disciplín a navyše celkovo vymedziť jeho postavenie ako odboru, o ktorom sme už konštatovali, že v speleologických podmienkach existuje, a s ktorým sa nekryjú termíny speleologické mapovanie a speleokartografia.

Zároveň usporiadaním celého meračského pôsobenia v jaskynnom prostredí do ucelenej sústavy by sme mali jednoznačne vymedziť vzťah speleologického meračstva k existujúcim meračským disciplínam, ako aj k tým termínom, ktoré i keď nesprávne, predsa len existujú.

CHARAKTERISTIKA SPELEOLOGICKÉHO MERAČSTVA

Charakterizovať podrobne speleologické meračstvo znamená postupne od začiatku sledovať akékoľvek meračské úsilie a dosiahnuté výsledky v jaskynnom

Slovenské múzeum ochrany prírody
a jaskyniarstva
031 01 Liptovský Mikuláš

prostredí. Je to však úloha neľahká a žiada si dôverné poznanie celej problematiky, čo možno dosiahnuť iba postupným štúdiom doterajších prác a výsledkov. V krátkosti je možné charakterizovať meračské zásady vlastné speleologickému meračstvu pre bližšie pochopenie tohto doteraz nepoužívaného termínu.

Ako sme už spomenuli, meračská činnosť v jaskynnom prostredí vychádza z praxe meračských disciplín a existuje odvtedy, odkedy existuje úsilie kartograficky vyjadriť priebeh jaskynných priestorov. Začiatky tejto činnosti možno vidieť už pri vzniku Bucholtzovej mapy Dračej jaskyne v Demänovej z roku 1719. Tu kdesi začínajú základy meračskej činnosti, z ktorej sa postupne v procese vývoja dotváralo speleologické meračstvo. Ak sa postupne rozvíjalo baníctvo ako vedná disciplína a s ním aj banské meračstvo, začiatky tejto činnosti boli do veľkej miery poznačené práve aplikáciou banskomeračských metód v podmienkach jaskynného prostredia. Najlepšie to možno pochopiť na príklade, že banský závesný kompas sa stal základným meračským prístrojom pri zameriavaní siete meračských bodov potrebných k znázorneniu jaskynného priestoru, čo bolo podmienené niekoľkými okolnosťami. Kým rozvoj banského meračstva súvisel s využívaním banského prostredia človekom, meračské pôsobenie v jaskynnom prostredí súviselo v začiatkoch s rozvojom speleológie ako vednej disciplíny. Ak banské meračstvo v dôsledku ľudských potrieb zaznamenávalo rýchly kvalitatívny rozvoj, čo sa prejavilo zdokonalením metód a postupným používaním rôznych meračských prístrojov a zariadení, na znázornenie a priebeh jaskynných priestorov i naďalej postačovala aplikácia banského meračstva založená na používaní banského závesného kompasu. Rozdiel, ktorý sa postupne ukázal osobitným pre jaskynné prostredie, bol a dodnes je v tom, že ak sa používanie banského závesného kompasu v banskom prostredí riadilo aj určitými kritériami presnosti, v podmienkach jaskynného prostredia takéto niečo neexistovalo. Tu i naďalej prevládali orientačné hľadiská a preto celkový meračský postup s použitím banského závesného kompasu nie je tak precízne domyslený ako v banskom meračstve. Aj keď toto konštatovanie súvisí s orientačným hľadiskom, vyplýva i z tvaru a členitosti jaskynného prostredia.

Tým, že prostredie jaskýň začal na viaceré účely využívať človek, dochádza k určitej diferenciácii meračského pohľadu v jaskynnom prostredí. Technický zásah človeka do prírodného prostredia jaskyne má za následok, že dochádza k zbliženiu s praxou už existujúcich meračských disciplín a k hľadaniu prístupných foriem potrebných na znázornenie jaskynného prostredia. Orientačné hľadisko ustupuje do pozadia a meračské podklady, ktoré vznikajú v dôsledku takejto činnosti, sú už poznačené úsilím meračsky sa vyrovnať s doteraz nezvyklým problémom. Túto skutočnosť najlepšie dokumentujú práce V. Adámka a Belzu (1923) — „Bludisko Demänovských jaskýň pri vyvieraní Demänovky v Liptovskom krase objavené A. Królom v auguste 1921" a E. Paloncyho (1928) — „Demänovské jaskyne pri vyvieraní Demänovky v Liptovskom krase".

Proces diferenciácie však tým nekončí. Až teraz sa ukazuje šírka problémov, ktoré je potrebné zvládnuť, ak chceme vecne a správne znázorniť priebeh jaskynných priestorov. Práve otázka znázornenia je tým miestom, kde dochádza k naj-

väčšej diferenciácii, pretože ide o záležitosť, ktorú doterajšia meračská prax nepoznala. Tu nie je možné jednoznačne aplikovať obecne platné zásady geodézie a prax banského meračstva vychádza z iných princípov. Nie sú to kartografické otázky, do ktorých sa posúva ťažisko problémov, ale skôr naopak, vynára sa otázka, ako celý meračský proces v jaskynnom prostredí usporiadať, aby sa dosiahlo čo najvernejšie znázornenie tohto priestoru. Naviac tvar a členitosť jaskynného prostredia podmieňuje použitie meračskej metódy v celkovom meračskom procese a tým vlastne vtláča svoju osobitosť takto realizovanému meračskému postupu.

Aj keď možno nájsť určitú podobnosť v tvare jaskynného priestoru s tvarom a priebehom banských diel rudných prevádzok, táto podobnosť je veľmi nedokonalá. Rozlohovo často ide o oveľa väčšie priestory, ale niekedy je to práve naopak. Členitosť priestoru podmieňovali prírodné pochody bez zásahu človeka. Ak by sme chceli toto prostredie stotožniť s určitou podobou banského diela, museli by sme konštatovať, že ide o akýsi optimálny stav, ktorý, aj keď v jaskynnom prostredí občas existuje, nie je zákonitosťou, skôr zriedkavosťou. V takomto priestore realizovať meračský proces je oveľa ťažšie ako v banskom prostredí. Tu je oveľa väčšie množstvo prekážok, ktoré treba prekonať, ak tento proces chceme správne realizovať v duchu všeobecne platných meračských zásad. Potom je prirodzené, že sa prejavia i určité odlišnosti v celkovom meračskom prístupe a tieto sú vlastné a charakteristické práve pre speleologické meračstvo.

Akákoľvek meračská činnosť v jaskynnom prostredí sa vzťahuje na sieť meračských bodov, ktorých polohu musíme najprv určiť, aby sme získali spoľahlivý základ pre ďalšie meračské pôsobenie. Už pri určovaní týchto bodov sa prejavia odlišnosti od bežnej meračskej praxe. Polohu bodov jednoznačne podmieňuje tvar jaskynného prostredia a teda nie vždy pôjde o polohu vhodnú pre známu metodiku merania. Často nastanú prípady, keď za veľmi krátkou vzdialenosťou bude nasledovať dlhá, a to len preto, že niet iného riešenia. Strmosť zámer môže tiež veľmi často nepriaznivo ovplyvňovať celú meračskú činnosť. Sieť meračských bodov dosť často reprezentujú voľné polygónové ťahy s veľkým počtom stanovísk. Uzavreté polygónové ťahy sú zriedkavosťou a ich tvar nie je vždy vhodný. Všetky tieto okolnosti môžu mať bezprostredný vplyv na metodiku merania, ako aj na dosahované výsledky. Navyše existujú aj prípady, keď sieť meračských bodov prechádza úzkymi a nízkymi priestormi, v ktorých každý pohyb vyžaduje značnú fyzickú námahu. Určiť polohu meračských bodov nie je preto vždy možné klasickými prostriedkami a kritérium presnosti týchto bodov je tiež rôzne.

Nie vždy celú meračskú sieť určuje jedna metóda. Tieto pri úplne rôznych kritériách presnosti merania často na seba vzájomne naväzujú. Spojiť toto všetko do jedného kompaktného celku je jedna z hlavných úloh speleologického meračstva.

Aj otázku podrobného merania je potrebné domýšľať omnoho detailnejšie, ak má dôjsť k presnému znázorneniu jaskynných priestorov. Aplikáciou geodetickej praxe — použitím vhodnej metódy podrobného merania v jaskynnom prostredí — priblížime sa v oveľa väčšej miere k dokonalejšiemu a vhodnejšiemu znázorneniu tvaru a členitosti jaskynného priestoru. Získame tak meračský podklad,

ktorý môže mať širšie použitie, ako to bolo, keď sa meračská činnosť v jaskynnom prostredí obmedzovala len na orientačné hľadisko.

Ďalším a nepomerne dôležitým okruhom otázok ostáva meračská problematika priepastí. Táto tvorí nedeliteľnú časť meračského špecifika v speleologických podmienkach. Pre zameranie priepasti môže byť vhodná laserová, ultrazvuková a niekedy aj fotogrametrická technika, ale aj tu sa vývoj musí uberať zväčša svojou cestou. Meračsky pôjde o veľmi ťažké a náročné druhy prác, čo je jednoznačne dané priepastným charakterom pracovného priestoru, kde často pôjde o to, ako a v akom rozsahu zamerať takýto priestor, aby jeho znázornenie bolo výstižné a zodpovedalo skutočnosti.

Uvedená charakteristika len veľmi stručne vykresľuje odlišnosti a osobitosti speleologického meračstva v procese jeho postupnej diferenciácie. Sú to odlišnosti, ktoré si vynútila špecifickosť prostredia, v ktorom sa vlastný meračský proces ako celok realizuje. Možno sa potom oprávnene domnievať, že existencia tohto odboru v poznávacom procese speleológie je jasnou záležitosťou, a teda používanie termínu speleologické meračstvo má svoje opodstatnenie.

SPELEOLOGICKÉ MERAČSTVO A MERAČSKÉ DISCIPLÍNY

Pre úplnosť treba objasniť aj vzťah speleologického meračstva k existujúcim meračským disciplínam. Ak sme predtým povedali, že týmto termínom chceme charakterizovať odlišnosti od známej meračskej praxe, neznamená to, že poznávacia rovina speleologického meračstva je iná ako v meračských disciplínach. Poznávacia rovina musí nutne vychádzať z roviny uvedených disciplín, avšak túto si speleologické meračstvo transformuje do svojich zvláštnych podmienok. Len tak možno očakávať rôznu aplikáciu v nových podmienkach už z iného pohľadu a slúžiacu inému účelu. Ak sa napr. banský závesný kompas v speleologických podmienkach stal dôležitým meračským prostriedkom, spôsob, akým sa tento na meračské účely v speleologických podmienkach využíva, je dôkazom odlišnosti meračského postupu. Tento, aj keď vychádza z jednej poznávacej roviny, slúži už inému účelu a potom, pochopiteľne, aj z pohľadu iných kritérií dotvára poznávaciu rovinu takto vzniknutého meračského odboru.

Vzťah speleologického meračstva voči existujúcim meračským disciplínam vychádza z ich poznávacej roviny, ktorá pod vplyvom osobitných podmienok vystupuje v podstatne inom svetle. Je to už nová poznávacia rovina, charakteristická pre proces diferenciácie, v dôsledku ktorého dochádza k vydeleniu odboru. Speleologické meračstvo teda preberá časť známej metodiky meračskej práce, avšak dopĺňa si ju podľa svojich špecifických podmienok, v duchu iných kritérií ako pri známych meračských disciplínach. Rovina aplikácie takto umožňuje v čo najširšej miere prenikanie tých meračských postupov, ktorých uplatnenie v speleologických podmienkach má za následok účelné zefektívnenie tejto činnosti a ktorých celkové použitie je adekvátne možnostiam daného prostredia. Už dnes možno konštatovať nevyhnutné úpravy statívov a vznik rozpery na použitie teodolitu v závesnej polohe pre podmienky úzkych a nízkych priestorov. Aplikáciu použitia paralaktických lát v jednometrovej úprave na dĺžkové meranie, ako aj prvé

použitie pripojovacieho merania pomocou dvoch olovníc vo vstupných priepastiach Čachtickej jaskyne.

Na meranie dĺžok v speleologických podmienkach miesto paralaktických lát sú výborné aj malé elektronické diaľkomery (napr. Tellurometer CD 6, Tellurometer C 12 a i.) spojené s teodolitmi do integrovaného celku, pričom nie sú potrebné ani špeciálne odrazné reflektory. Miesto kompasu možno taktiež použiť malé teodolity so súradnicovými gyroprístrojmi a aj otázku pripojovacieho merania vo vstupných priepastiach možno posudzovať z iných aspektov.

SPELEOLOGICKÉ MERAČSTVO A SPELEOKARTOGRAFIA

Vzťah speleologického meračstva k speleokartografii po takomto vymedzení jeho postavenia možno už oveľa ľahšie usporiadať. Je jasné, že speleologické meračstvo je činnosť, ktorá speleokartografiu v terminologickom ponímaní predchádza. Zatiaľ sme neskúmali správnosť a opodstatnenosť speleokartografie ako termínu, čo je potrebné, ak chceme vedieť, v akom je vzťahu alebo ako naväzuje na speleologické meračstvo.

Kartografiu všeobecne delíme na matematickú, aplikovanú a kartometriu. Je pravda, že náuku o mapách v najširšom zmysle slova voláme kartografiou, ale už z jej delenia je jasné jej celkové zameranie. Ak by sme chceli v ponímaní definície hľadať určité vzťahy k termínu speleokartografia, práve v aplikovanej kartografii musíme konštatovať, že sa . . . „zaoberá voľbou formátu a mierky mapového listu, obsahom mapy, jej kresbou, technikou kreslenia, dohovorenými značkami, účelom mapy, spôsobom znázornenia členitosti terénu, koloračnou a reprodukčnou technikou a pod". (3). Zatiaľ nie je jednoznačne vymedzená oblasť pre speleokartografiu, avšak na základe toho, čo sa pod ňou všeobecne myslí, mala by najlepšie vyhovovať ponímaniu aplikovanej kartografie. Je tu okruh problémov, ktorý oprávnenosť termínu speleokartografia zotiera.

Ak aplikovaná kartografia jasne vymedzuje svoju pracovnú oblasť, o speleokartografii zatiaľ nemožno hovoriť, že by okrem dohovorených značiek zodpovedne riešila aj ostatné otázky, čo je vlastné aplikovanej kartografii. Navyše sa možno domnievať, že aplikovaná kartografia uvedené otázky rieši v obecnej rovine a nie iba z úzkeho pohľadu príslušného meračského odboru. Dodnes neexistuje termín banská kartografia, ktorý by vzhľadom na oveľa lepšie rozpracovanie meračskej problematiky v banských podmienkach mal skôr opodstatnenie ako termín speleokartografia. Ak potom takýto termín neexistuje, potom iba preto, že ho v plnom rozsahu vykrýva termín aplikovaná kartografia, ktorú vhodnou formou v banských podmienkach dopĺňa banské mapovanie, ktoré tieto otázky posudzuje zo špecifických hľadísk banskomeračskej praxe.

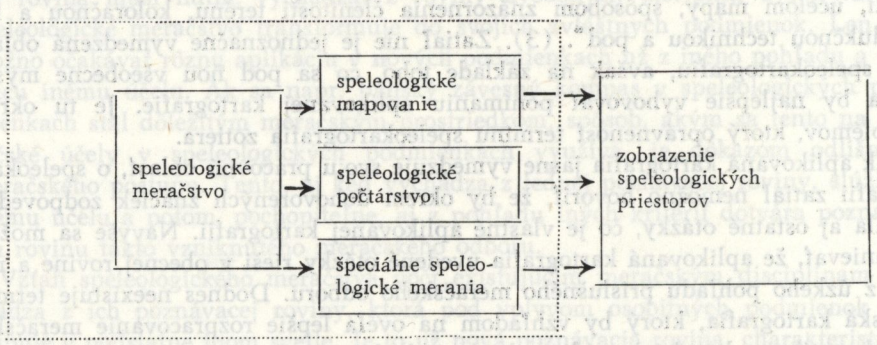
Čo platí v banských podmienkach vzhľadom na lepšiu rozpracovanosť, malo by vyhovovať aj speleologickým podmienkam. Nemala by to teda byť speleokartografia, ktorá sa „vyvinula ako výsledok cieľavedomého bádania v jaskyniach", ale skôr speleologické mapovanie, ak ho chceme chápať ako určitú obdobu resp. aplikáciu banského mapovania.

Pokiaľ ide o termín speleokartografia, ten potom nemá opodstatnenie a ako

taký by sa pre svoju neprirodzenosť nemal používať. Aj v speleologických podmienkach musíme vystačiť s aplikovanou kartografiou, na ktorú môže vhodne nadviazať speleologické mapovanie, aby ju dokreslilo zo špecifických speleologických hľadísk. V prípade, že by sa chcel i naďalej presadzovať doteraz známy termín speleokartografia, ak nemá ísť o termín umelý, treba jasne charakterizovať jeho predmet a ten dokonale analyzovať vo vzťahu k predmetu kartografie, čo však na doterajšiu rozpracovanosť speleologického meračstva je vec zbytočná.

MERAČSKÁ ČINNOSŤ AKO SÚSTAVA

Týmto sa uzavrel okruh, ktorý je charakteristický pre celkové meračské pôsobenie v speleologických podmienkach. Na jeho podklade možno konštatovať, že speleologické meračstvo objektívne existuje, aj keď doteraz v teoretickej rovine chýba presné vymedzenie jeho predmetu, ďalej práce, ktoré by podrobne charakterizovali odlišnosti v metodike meračských postupov, ako aj kritériá pre túto činnosť a pod. Pre celkové pochopenie a po takomto terminologickom ujasnení, s prihliadnutím na prax meračských disciplín možno aj meračskú činnosť v speleologickom prostredí usporiadať do ucelenej sústavy, o ktorej zatiaľ nemožno povedať, že by bola precízne dopracovaná. Táto okolnosť súvisí so súčasným stavom a dôležitosťou, ktorá sa doteraz meračskej činnosti v speleologickom prostredí prisudzovala. Sústavu ako celok dotvárajú všetky tie činnosti, na základe ktorých dochádza k vlastnému zobrazeniu speleologických priestorov a môžeme ju vyjadriť takto:



Pod pojmom *speleologické meračstvo* z pohľadu uvedenej sústavy potom rozumieme súbor takých činností, ktorých predmetom je metodika a zabezpečenie podkladov pre zhotovenie máp a plánov speleologického prostredia, postupy pri ich tvorbe a kreslení a riešenie rôznych meračsky špeciálnych úloh, vlastných a charakteristických práve speleologickému prostrediu.

Speleologické mapovanie ako časť speleologického meračstva rieši otázky vlastného mapovania (podrobného merania) a zaoberá sa postupmi pri zhotovovaní máp a plánov speleologických priestorov. Naproti tomu *speleologické počtárstvo* rieši otázky hospodárnych postupov pri počtárskom spracovaní nameraných hodnôt a pod *špeciálnymi speleologickými* meraniami rozumieme také merania,

ktoré sú nevyhnutné a charakteristické práve pre speleologické prostredie (napr. určenie hĺbky priepasti).

Môžeme predpokladať, že existuje i ďalšia činnosť, ktorá korešponduje so speleologickým meračstvom a teda i bližšie dotvára uvedenú sústavu, čo však nateraz nie je potrebné bližšie skúmať a objasňovať. Vymedzením meračskej činnosti v speleologických podmienkach sa sledovalo, prečo táto činnosť vznikla vo vzťahu k rozvoju speleológie ako vedeckej disciplíny a čo je dôsledkom tejto činnosti v poznávacom procese speleológie. Navyše, aby doteraz používaná meračská terminológia bola usporiadaná do takých vzťahov, aké si vyžaduje súčasná meračská prax a k čomu musí dôjsť v procese vývoja i v meračskej praxi speleologického prostredia, ak ju chceme charakterizovať ako čosi odlišné a rozdielne od doteraz známych meračských disciplín.

Do redakcie dodané 3. 5. 1976.

LITERATÚRA

1. HROMAS, J.—SKŘIVÁNEK, F., 1972: Speleologické mapování. Československý kras.
2. POTUŽÁK, P.—CÍSAŘ, J., 1966: Podrobné mapování, SNTL/SVTL Praha.
3. KUSKA, F. 1960: Matematická kartografia, SVTL Bratislava.
4. NESET, K., 1966: Důlní měřictví I. díl, SNTL/SVTL Praha.
5. MÁRTINOVICHNÉ BUCZKÓ, E., 1966/1: A Barlangmérés módszerei és müszerei, Karst és barlang.
6. SÁSVÁRY, I., 1969/1: A Zsombolyok fotogrammetrikus szerelvényezéséröl, Karst és barlang.
7. ŠÚTTI, J., 1968: Geodézia, Alfa Bratislava.

THE CHARACTERISTIC OF MEASURING ACTIVITY IN SPELEOLOGICAL CONDITIONS WITH REGARD TO THE MEASUREMENT TERMINOLOGY

By Marcel Lalkovič

Summary

The paper brings forth a new aspect on measurement activity in speleological conditions. This activity is characterized on the basis of the now used terms in speleological mapping and speleocartography. By defining, mapping and detailed measuring which emanates from the application of the term "speleological mapping" it seeks to to find for the measuring activity an analogical appellation familiar in the measurement practice. By creating the term speleological measuring it looks for its application grounds on a basis of a medium characteristic in which the measuring activity is being affected and in paying regard to a certain professionalization of the activity which qualifies its existence. By characterization of speleological measuring in the process of evolution of speleological activity in speleological conditions in the elucidation of such singularities that are for measuring activity in speleological medium charakteristic, they complement the foundation of this new terminological conception. Through the elucidation of the mutual relationship of the speleological measurement and the existing measurement disciplines it delimitates the identification level of the speleological measurement as well as the level of application which suitably complements this level by the knowledge and the experience of the present-day measuring practice. By analyzing the reciprocal relation of the speleological measurement and speleological cartography it seeks grounds for the terminological foundation of spe-

leocartography. Basing on the terminological elucidation of the cartographic object he finds in the applied part that which is characterized by speleography or which it is yet decifiring, in which case it becomes terminologically unfounded. By characterizing measuring activity in speleological conditions as a system which proceeds from the familiar measuring practice it defines the activities in which, as a consequence, it comes to depicting speleological spaces. Here, it defines and more closely characterizes speleological measurement, speleological mapping, speleological arithmetic and especially speleological measurement, terms which are a logical result of the mentioned measuring activity that arose in relationship to the development of speleology as a scientific discipline.

STRUČNÝ PREHĽAD NÁZOROV NA HYDROLÓGIU KRASOVÝCH ÚZEMÍ

PAVOL MITTER

1. Voda a kras

Riešenie otázok vývinu krasu je veľmi úzko spojené so štúdiom vývinu krasovej hydrografie. Na zemskom povrchu prakticky neexistujú krasové horniny v polohe ich vzniku, ale každé súvrstvie je tektonicky narušené. Výsledkom vertikálnych a horizontálnych pohybov zemskej kôry je systém puklín a porúch, ktoré horninový masív prestupujú. Podobne ako v kryštalických horninách aj v karbonátových horninách rozdeľujeme pukliny na priečne, pozdĺžne a diagonálne. Na rozhraní vrstvových plôch sú časté medzery. Pukliny a poruchy sú hlavné cesty presakovania vody z povrchu do podzemia. S. Milojevič (1938) rozlíšil v krasových horninách diaklázy, leptoklázy (synklázy) a brachyklázy. Zdôraznil význam brachykláz pre vznik povrchových i podzemných foriem krasu. A. G. Čikišev (1973) rozdelil pukliny podľa genézy na tektonické, litologické, pukliny zvetrávania a pukliny mechanického rozpadu. V nekrasových horninách sa chemickým rozpúšťaním zväčšujú pukliny len veľmi nepatrne. Prevláda v nich upchávanie zvetralinami. V krasových horninách voda pukliny rozširuje a nerozpustné sedimenty vyplavuje. Tak vznikajú v krase cesty presakovania a zložitý systém podzemných dutín určujúci charakter krasovej hydrografie. Zrážková voda preteká po povrchu vystupujúcich krasových hornín len na malú vzdialenosť. Po krátkom povrchovom toku sa voda ponára cez pukliny alebo poruchovými zónami a presakuje do podzemných odvodňovacích kanálov. Porózne koralové vápence pohlcujú vodu tak intenzívne, že nedostatok povrchovej vody je aj pri zrážkach nad 2000 mm (J. N. Jennings, 1971). Na povrchu pevnej vápencovej horniny voda tečie dlhšie. J. Aubert (1966) zistil, že voda zanáša veľmi jemné pukliny v synklinálnych zónach piesčitých vápencov jury nepriepustným materiálom a robí ich nepriepustnými. Ak je vápenec bez puklín a pórov, môže byť takmer nepriepustný. J. N. Jennings (1967) zistil na Nullaborskom platô, že hlboké škrapy a diery v skalách zadržujú vodu, kým sa nevyparí. Presakovanie závisí aj od stupňa pokrytia krasu cudzím materiálom. Autochtónny materiál je prevažne klastický a dobre priepustný. Naplavený mate-

riál, sprašové hliny, spraše, morénový materiál, svahoviny majú rôzny stupeň priepustnosti. Nerozpustný zvyšok (hlina, íl), ktorý tvorí súčasť fosilných pôd *terra calcis* vytvára často nepriepustné podložie a v zníženinách môžu vznikať i menšie jazerá.

V krasových masívoch rozlišujeme dva genetické typy vôd (M. Pulina, 1974) — autochtónne-fyzikálne a atmosferické. K atmosferickým vodám patria vody dažďové, snehové a kondenzačné. Presakujú z povrchu do podzemia a tvoria vody infiltrácie, v zóne vadózneho priestoru väčšinou vertikálnej cirkulácie. Allochtónne vody prenikajú masívom krasu zo susedných krasových i nekrasových hornín. Tvoria vody prevažne horizontálnej cirkulácie na rozhraní zóny vadóznej a freatickej.

Pokladáme za potrebné vysvetliť pojmy vadózny priestor, freatický priestor

Evorzné vyhĺbeniny v pevnej hornine. Voda sa udrží, pokiaľ sa nestratí vyparovaním (Havranník, Muránska planina)

Эрозные углубления в трердой горной породе. Вода в них сохраняется пока не испарится (Гавраник, Муранское плоскогорье)

Eversive excavations in a solid rock. The water keeps so far as it does not disappear by evaporation (Hravranik, Muránska upland)

a piezometrická plocha. Použili ich W. M. Davies (1930), J. H. Bretz (1942), neskôr mnohí ďalší a v súčasnej dobe majú rozsiahle uplatnenie najmä v anglo-americkej literatúre. Označujú vertikálne zóny krasového masívu podľa ich vzťahu k zavodneniu. Vadózna zóna je vrchná časť krasového masívu, priestor prevažne bezvodých podzemných dutín, kde sa presakujúca voda z povrchu pohybuje väčšinou vertikálne. Dôležité je rozlíšiť vody presakujúce z povrchu v úzkych uzavretých puklinách (vadose seepage) a podzemné toky, kde voda z povrchu preteká podzemím v otvorených kanáloch (vadose stream flow). Freatická zóna má podzemné priestory trvalo zavodnené a horná hranica tejto zóny tvorí hladinu krasových vôd, ktorú možno približne porovnať s hladinou spodnej vody v nekrasových horninách. Pramene sa vyskytujú tam, kde sa hladina krasovej vody prelína s povrchom. Prechodná zóna je priestor medzi stavom najvyššieho a najnižšieho vzdutia krasových vôd. Ako dôkaz existencie prechodnej zóny sa udávajú krasové polja, ktoré v zimnom a jarnom období zaplavuje voda, avšak v suchom období tie vyvieračky, ktoré spôsobili záplavy, plnia funkciu ponorov. Na teoretickú úroveň hladiny krasových vôd sa používa označenie piezometrické nivó (A. Bögli, 1966). Termín však pochádza z vytlačenej hladiny artézskych vôd.

1.1. Povrchové toky

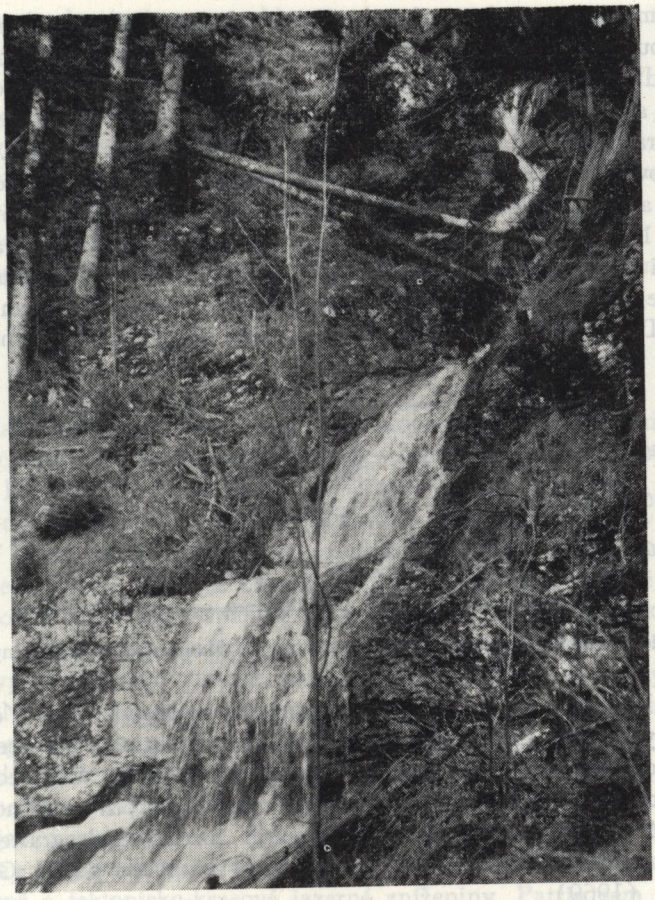
Krasové územia nie sú v dôsledku veľkej priepustnosti vhodné pre rozvoj povrchovej riečnej siete a povrchových tokov je v krase málo. Autochtónne toky sú v krase vzácne a prevažná časť krasových území je odvodňovaná v podzemí. I. Gams (1969) udáva, že takmer štvrtinu rozlohy Dinárskeho krasu odvodňuje podzemie priamo do mora bez povrchových tokov. V oblastiach aridnej a semiaridnej klímy krasové povrchové toky takmer neexistujú. Dinárskym krasom pretekajú len rieky Krka, Cetina, Morača a Neretva, ktoré však pramenia v nekrasových horninách. Nullaborské plató v Austrálii má podzemné odvodňovanie priamo do mora (J. N. Jennings, 1971). Častejšie sú povrchové toky v humídnych krasových oblastiach, ale i tu je hustota riečnej siete vždy menšia ako v iných typoch hornín za tých istých podmienok. V. C. Miller (1953) robil analýzu povrchových tokov v troch litologicky odlišných oblastiach. Zistil, že aj pri podobnom reliéfe veľkosť bazénov a dĺžka tokov závisí od stupňa nepriepustnosti horniny. V krase Západných Karpát sa autochtónne toky vytvorili v krasových oblastiach planinového krasu Muránskej planiny a v Slovenskom raji. Ich charakter do značnej miery ovplyvňuje štruktúrno-litologické vlastnosti podložia. Sú to krátke vrecovité doliny začínajúce sa stálymi prameňmi, ktoré zásobujú vodou povrchový tok. Zberné oblasti dolín sú malé a zriedkavé krátke toky, vznikajú aj trvalými prameňmi. Voda tečie striedavo na povrchu a v sutine, ktorá vypĺňa dno doliny. V kompaktnej hornine vytvára voda zaujímavé evorzné tvary (P. Mitter, 1970). V krase sú častejšie allochtónne toky. Pramenia na nekrasovom podloží a pretekajú v pásme krasových hornín. Povrchové toky sú zriedkavé, krátke, málo výdatné a zásobujú ich pramene. Ak prameň vyschne, stratí sa aj povrchový tok. Zložitý je hydrografický režim al-

Ponor allochtónneho toku Stračaník (Muránska planina). Po prechode z kryštalinika na vápence, po ktorých krátko preteká v náplavoch, sa voda stráca rozšírenými puklinami v podzemí

Понор реки Страчаник (Муранское плоскогорье). После перехода из кристаллического массива на известняки, по которым течет на коротком расстоянии в наносных отложениях, вода исчезает в расширенных трещинах под землей

Dipping of the allochtonnous stream Stračaník (Muránska upland). After the passage from the crystallinea to limestone, on which it shortly moves in alluvium, the water disappears through the extended crevices under the surface

lochtónnych tokov, ktoré na rozhraní krasových a nekrasových hornín zvyčajne strácajú časť svojej vody, alebo sa úplne ponárajú podľa geologickej stavby podložia. Štiavnica sa v Jánskej doline ponára ponormi pri horárni Bystrá a po 3 km podzemného toku vyviera ako vyvieračka Hlbokô. Za normálneho stavu vody je povrchové koryto suché. Vody hornej časti Demänovky sa tiež strácajú ponormi v glacifluviálnom sedimente na Lúčkach, ktorý pokrýva krasové podložie, a zjavujú sa po 3,5 km podzemného toku v Demänovských jaskyniach ako vyvieračka v jaskyni Vyvieranie. Zložitá je situácia v oblastiach, kde dolina rozčlenila litologicky odlišné súvrstvia vápencov a dolomitov rozdielnej priepustnosti. Voda pretekajúca takou dolinou sa niekoľkokrát stráca a znovu sa zjavuje. Neznáme ponory a vyvieračky v koryte spôsobujú značné kolísanie prietoku v pozdĺžnom profile toku (Beliansky potok vo Veľkej Fatre, Ľupčianka na severnej strane Nízkych Tatier). Povrchové toky sú úzko späté s existenciou allochtónneho materiálu na dne dolín alebo na povrchu krasového masívu. Sedimenty



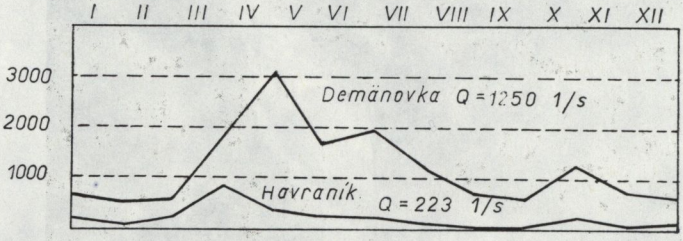
Krátky stráňovy tok v pravom úbočí Havraníka (Muránska planina) vytvára počas jarného maxima vysoký čerejovitý vodopád

Течение реки на коротком протяжении по правому склону Гавраника (Муранское плоскогорье) во время весеннего максимума образует высокий бурный водопад

Tre short decline stream on the right Havraník decline (in Muránska upland) creates during the spring maximum a high rifling waterfall

sú málo priepustné alebo takmer nepriepustné a vodné toky majú charakter riek v nepriepustných nekrasových horninách. Na krasovom území stredného Írska (pokrytom pleistocénnymi glaciálnymi sedimentmi) je veľa jazier a rozvinutá riečna sieť (P. W. Wiliams, 1970). Rieky Štítnik a Slaná pretekajú Slovenským krasom širokými naplavenými nivami a aj malé potoky Slovenského raja a Muránskej planiny pretekajú obyčajne po vlastných náplavoch. Pod týmito sedimentmi môže byť priepustné skrasovatené podložie s aktívnym procesom krasovatenia. Svedčí o tom aj prepadnutie potoka v Tiesňavách (Slovenský raj), kde sa roku 1974 prepadli do krasovej dutiny náplavy potoka a vznikol tam aktívny ponor, hoci predtým voda potoka tiekla na povrchu v náplavoch celou

dolinou. Sedimenty z autochtónneho materiálu (vápenca) sú prevažne hrubozrnné a dobre priepustné. Charakter vodného toku potom určujú štruktúrno-litologické vlastnosti podložia a miera tektonického porušenia horniny. Vplyvom rýchleho presakovania a slabého vegetačného krytu sú straty vody vyparovaním a transpiráciou v krasových oblastiach menšie ako na nekrasovom podloží. Autochtónne toky krasových oblastí zásobujú krasové pramene, preto je ich ročný prietok vyrovnanejší ako pri allochtónnych tokoch (porov. P a r d é, 1965, cit. J e n n i n g s, 1971). Pri porovnávaní ročných prietokov tokov Havraník a Demänovka sme zistili podobnú charakteristiku pri približne rovnakej klimageografickej charakteristike oboch povodí. Klasifikáciou krasových tokov na území Juhoslávie sa zaoberal D. D u k i č (1968), ktorý rozdelil rieky podľa vodného režimu.



Porovnanie prietoku Demänovky (allochtónny tok) a Havraníka (autochtónny tok)

Pod režimom krasových vôd chápe zmenu stavu a množstva vody v čase. Rozlišuje štyri typy režimu krasových riek s ôsmimi variantmi (typ prechodný niválny, niválno-pluviálny, pluviálno-niválny a pluviálny). Všeobecnú klasifikáciu krasových tokov vypracoval na základe morfologických zvláštností a odtoku G. A. M a x i m o v i č (1969). Zdôraznil rozdiel hydrografie krasových oblastí rovín a pohorí. Schéma klasifikácie krasových tokov podľa G. A. M a x i m o v i č a (1969):

1. Povrchové toky
A. Stále toky
A. a. tranzitné,
1. čiastočne strácajúce vodu,
2. dostávajúce vodu na úkor krasových vôd,
3. neutrálne,
A. b. okrajové toky,
4. toky z mocných krasových prameňov na okrajoch krasového masívu,
A. c. hraničné toky,
5. so zvýšeným podzemným zásobovaním krasovými vodami,
6. čiastočne strácajúce vodu,
A. d. prítoky veľkých (magistrálnych) riečnych tokov,
7. prítoky so zvýšeným zásobovaním krasovými vodami.
B. Ponárajúce sa toky
e. ponárajúce sa pri vstupe do krasových oblastí,
f. hraničné toky,

g. vnútorné toky (v krasovej oblasti),
h. toky vo vnútri poljí.
2. Podzemné toky
C. Stále podzemné toky
1. toky zásobované vodou z krasového masívu,
2. toky vznikajúce presakovaním časti vody z povrchového toku,
3. toky vznikajúce úplným ponáraním podzemnej vody.
D. Strácajúce sa podzemné toky
4. podzemné toky strácajúce sa v dôsledku ich rozpadu na malé podzemné toky.

1.2. Jazerá v krase

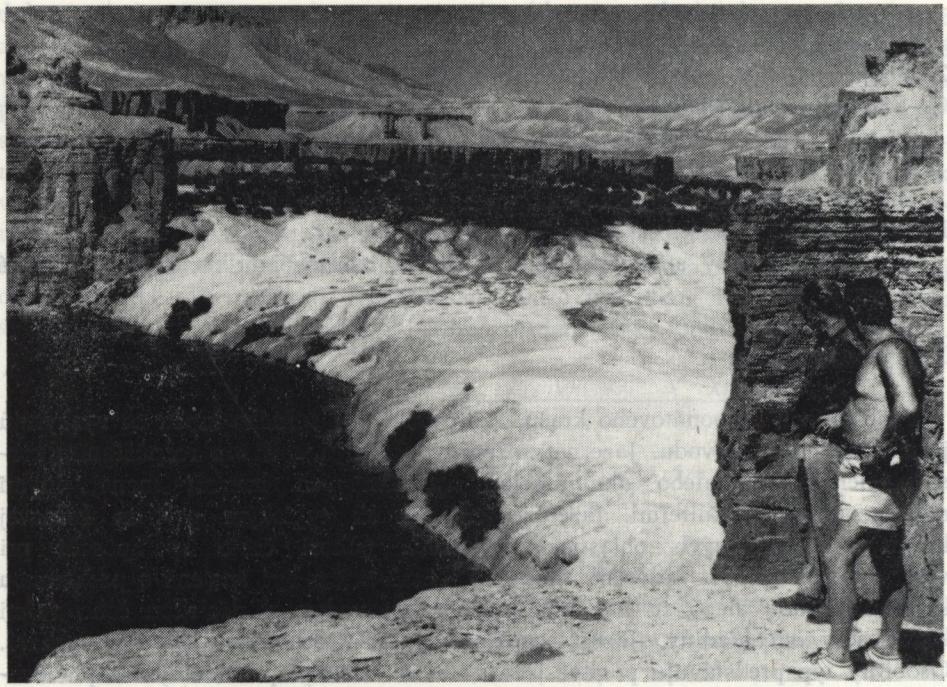
V oblastiach karbonátového krasu, sadrovcového i soľného krasu sa vyskytujú jazerá rozličného pôvodu. Jazerné zníženiny vznikajú väčšinou rozpúšťaním krasovejúcich hornín alebo akumuláciou travertínových hrádzí; menej inými morfogenetickými činiteľmi. Jazerá však nie sú typickým prvkom krasovej krajiny. V krasových oblastiach vysokých pohorí často spolupôsobí pri vzniku jazier činnosť ľadovcov. Krasové jazerá môžu byť spojené s podzemnou krasovou vodou alebo sú napájané povrchovou vodou, v dôsledku čoho veľmi kolíše stav ich hladiny. Jazerá napájané povrchovou vodou často vysychajú. Osobitný typ predstavujú poljové jazerá, ktoré vznikajú pravidelným zaplavovaním poljí. Niektoré jazerá v krase vznikli na nepriepustných allochtónnych sedimentoch glaciálneho pôvodu (P. W. Wiliams, 1970). J. Kunský (1950) rozlíšil v krase závrtové jazerá, okrajové krasové jazerá a poljové jazerá. Ako zaujímavosť uvádza fosilné krasové jazerá. Prehľad názorov na rozdelenie krasových jazier uvádza G. A. Maximovič (1969), ktorý súčasne vyčlenil štyri skupiny krasových jazier podľa genézy jazerných depresií:

1. Krasové a tektonicko-krasové jazerné zníženiny. Patria sem krasové jazerá zostupnej cirkulácie krasových vôd, ktoré vznikli v krasových zníženinách a ich dná sú vo visutej polohe v porovnaní s úrovňou hladiny krasových vôd. Zásobované sú najmä povrchovou vodou. Inú skupinu tvoria jazerá vertikálnej zóny zostupnej cirkulácie krasových vôd v oblasti podzemného toku, ktorých dná sú nižšie ako úroveň hladiny podzemných vôd. Patria sem tzv. *hydrologické okná*, hydrologické kotly a jazerá poljí. Tretiu skupinu tvoria jazerá výstupnej zóny a sifónovej cirkulácie. Vznikajú v zníženinách, kde voda vystupuje pod tlakom.

2. Hrádzové jazerá vznikajú vytváraním hrádzí sedimentáciou travertínov krasovými vodami obohatenými vysokým obsahom $CaCO_3$. Najznámejšie jazerá tohto typu sú Plitvické jazerá v Juhoslávii, jazerá Bande Amir v Afganistane a pod. Do tejto skupiny zaraďujeme i jazerá v jaskyniach, napr. Rímske kúpele v Domici.

3. Jazerá pretransformované krasovými pochodmi a zložené jazerné zníženiny. Pôvodne sú to nekrasové zníženiny, ale v ďalšom vývine sú pretransformované krasovými pochodmi (erózno-krasové, antropogénno-krasové a pod.).

4. Jazerá nekrasového pôvodu len málo pretransformované krasom. V perm-



Travertínové hrádzové jazerá Bande Amir (Afganistan)
Травертиновые озера, образованные запрудами Bande Amir (Афганистан)
Travertine dam lakes Bande Amir (Afganistan)

skej oblasti sadrovcového krasu a soľného krasu sú jazerá čiastočne zásobované krasovou vodou, ktorá ovplyvňuje ich režim, mineralizáciu, teplotu atď.

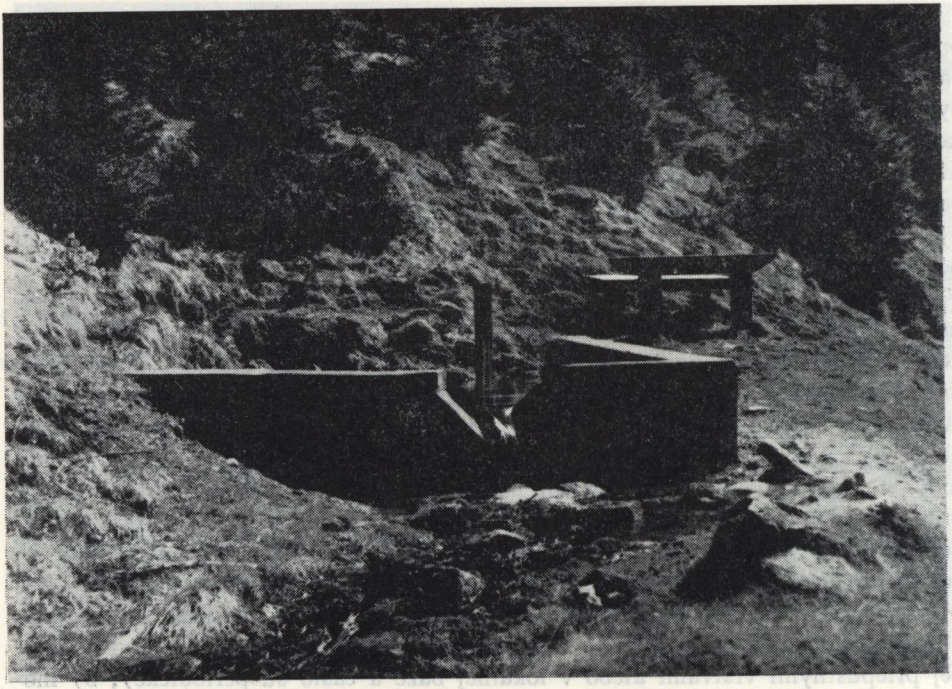
1.3 Vyvieračky a pramene

Vplyvom rýchleho presakovania povrchových vôd sa voda hromadí vo vnútri krasového masívu, preto je povrchové odvodňovanie nepatrné. Na okrajoch krasového masívu (alebo v depresných polohách) často vznikajú vývery tejto podzemnej vody s výdatnosťou niekoľko m^3 až desiatok $m^3 . s^{-1}$. Vyvieračka Manargat v južnom Turecku má výdatnosť 125—130 $m^3 . s^{-1}$, Ljuta v Juhoslávii 50—170 $m^3 . s^{-1}$, Ras el Ain pri turecko-sýrskych hraniciach 38 $m^3 . s^{-1}$, San Giovanni v Taliansku s 12 vývermi 25 $m^3 . s^{-1}$ a tvorí vyvieranie podzemnej rieky Reka, Fountain Vacluse vo Francúzsku 26—27 $m^3 . s^{-1}$, Piu-Piu na Novom Zélande 10,5 $m^3 . s^{-1}$, u nás Hradná (Muránska planina) 1,7 $m^3 . s^{-1}$, Muráň 1,05 $m^3 . s^{-1}$, Jergaly 0,93 $m^3 . s^{-1}$ (J. N. Jennigs, 1971; N. A. Gvozdeckij, 1972; E. Kullman, 1964). Výdatné vývery podzemných vôd sú pre krasové oblasti veľmi charakteristické. V ostatných typoch hornín sa výdatne prirodzené vývery tak často nevyskytujú.

V literatúre sa pri charakteristike výveru krasových vôd stretávame s výrazmi *prameň* a *vyvieračka*. V západnej literatúre sa pre vývery podzemných vôd používajú dva termíny (F. Trombe, 1952). Vyvieračka (resurgence) označuje vyvieranie ponorného povrchového toku, krasový prameň (exsurgence) vyvieranie povrchovej infiltrovanej vody. V sovietskej literatúre rozlišujú výrazy rodnik — istočnik. Prvý výraz patrí prameňom v nekrasových horninách, kde voda horninu chemicky nerozpúšťa, kým istočnik označuje veľké vývery vôd v krasových oblastiach (N. A. Gvozdeckij, 1972). Nie vždy však možno rozlíšiť pôvod vyvierajúcej vody, a teda pramene rozlíšiť podľa uvedených prípadov. V našej literatúre je použitie oboch pojmov častejšie synonymné a použitie výrazov prameň — vyvieračka znamená skôr označenie výdatnosti. Veľké vývery vôd sa označujú ako vyvieračky, kým malé ako pramene. Niektorí autori však označujú krasové vývery ako vyvieračky, iné zas ako pramene. Krasové pramene majú rôzny pôvod a charakter. Môžu byť trvalé i občasné, majú vyrovnaný režim alebo ich výdatnosť veľmi kolíše. Z ďalších hľadísk je klasifikácia veľmi rôznorodá. D. Novak (1968) rozlíšil na území Juhoslávie tri skupiny krasových prameňov. Sú to: 1. skutočné pramene, v ktorých voda vyviera sústredeným prúdom; 2. rozptýlené pramene na väčšej ploche; 3. podvodné pramene, v ktorých voda vyviera v znížených polohách pod tlakom na dne riek, jazier a morí.

Podľa tvaru a spôsobu vyvierania ďalej rozlíšil: a) malé krasové pramene s výdatnosťou do 5 l/s a s malou zbernou oblasťou (vyskytujú sa na styku s menej priepustnými vrstvami alebo v lokálnej báze a často sú periodické); b) močiare, kde voda vyviera rozptýlene a jednotlivé vývery majú výdatnosť okolo 0,5 l/s, sú stále a vznikajú aj v iných typoch hornín; c) vauclusské pramene tvoria značné sústredené vývery zo sifónov pod tlakom, ich výdatnosť je veľmi rozdielna; d) líniové pramene, pri ktorých voda vyviera z puklín alebo z podzemných dutín pod tlakom — tvoria jazerá a pramene riek; e) periodické pramene so zvláštnym vodným režimom; f) vyvieračky z vchodov do jaskýň; g) podmorské alebo podvodné, ktorých voda vyviera pod inou vodnou hladinou. J. N. Jennings (1971) rozlíšil päť skupín krasových prameňov. Krasové pramene podrobne rozčlenil G. A. Maximovič (1969), ktorý podľa podmienok vyvierania rozlíšil štyri skupiny prameňov (denudačné, puklinové, prímorské a zmiešané). Najrozšírenejšia je skupina prameňov denudačných, medzi ktoré patria aj erózne pramene (svahové, dolinové, terasové a pramene v korytách riek), horské denudačné pramene, pramene poljí (stráňové, úpätné a estavely), ako aj bariérovo krasové pramene. Zvláštnym typom sú estavely vyskytujúce sa raz v poljach, ktoré v čase vysokého stavu vody fungujú ako vyvieračky, inokedy zas ako ponory povrchovej vody. Druhú skupinu tvoria puklinové pramene podobné typom bariérových prameňov v nekrasových horninách. Ďalšiu skupinu tvoria prímorské krasové pramene, ktoré sa delia na abrázne, ponorné, morské cirkulačné plytčinné, morské cirkulačné hlbinné, slané a periodické podmorské pramene. Poslednú skupinu tvoria zmiešané pramene, vývery ktorých podmieňuje nie jedna, ale viac príčin.

Zaujímavú skupinu tvoria podmorské krasové pramene, ktoré majú vývery pod



Krasová vyvieračka v Jánskej doline (Nízke Tatry)
Карстовый источник в Янской долине (Низкие Татры)
Karst springs in Jánska dolina (valley) (Low Tatras)

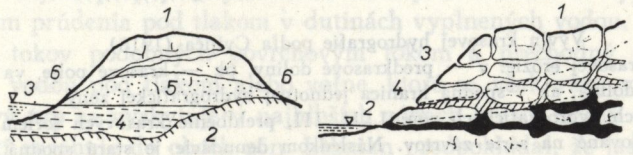
vodnou hladinou a sú napájané zo zberných oblastí súší. Vyskytujú sa v rôznych hĺbkach a vzdialenostiach od pobrežia. Mocné vývery často sprevádza na morskej hladine *vrenie* vody nad prameňom. Známe sú z pobrežia Kaukazu, Juhoslávie, Grécka, Talianska, Francúzska, USA, Austrálie atď. M. Petrik (1961) udáva z pobrežia Juhoslávie na vzdialenosť okolo 400 m 32 podmorských prameňov a skupín prameňov. Na pobreží Talianska a Francúzska sú známe podmorské pramene z hĺbky 160—190 m.

Režim krasových prameňov SSR skúmal M. Zaťko (1969), ktorý na základe mesačných výdatností rozlíšil dve skupiny prameňov: a) pramene s jedným maximom a minimom výdatnosti v roku. Medzi ne patria pramene s hlbokým obehom vody, pramene s pomalšou cirkuláciou, ktoré odvodňujú karbonatické horniny s menej priepustnými puklinami, ako aj pramene, ktorých infiltračná oblasť vo veľkej miere zahrnuje i nevápencové horniny; b) pramene, ktoré okrem jarného maxima charakterizuje zvýšenie výdatnosti v novembri a decembri a okrem jesenného minima pokles výdatnosti v zime. Patria sem pramene s plytkým režimom obehu vody a z prameňov s hlbokou cirkuláciou tie, ktoré majú dobre priepustné cesty obehu umožňujúce rýchlejšiu reakciu na väčšie množstvo zrážok alebo náhle topenie snehu.

2. Prehľad názorov na otázky krasovej hydrografie

Mohutné ponory, vyvieračky, podzemné toky a iné hydrografické javy v krase vzbudzovali oddávna záujem, a preto aj úsilie o riešenie otázok pohybu vody v krasových horninách má bohatú históriu. Vážnejšie pokusy o vedecký prístup k problému možno datovať od začiatku nášho storočia, keď vzniklo niekoľko teórií krasovej hydrografie na základe výskumov v Dinárskom krase. Je to najmä teória A. Grunda (1903) o jednotnej hladine podzemných krasových vôd a teória F. Katzera (1909) o individuálnych podzemných tokoch. M. Sweeting (1972) poukazuje na skutočnosť, že myšlienka o jednotnej hladine podzemných krasových vôd pochádza od Pilara (1874), a teda u Grunda nie je celkom nová. Podľa Grunda povrchová voda presakuje krasovými puklinami a ponormi až na hladinu podzemných vôd (Grundwasser), ktoré tvoria hladinu v určitej výške tak ako v nekrasových horninách. Od hladiny mora do krasového masívu je vystupujúci povrch hladiny krasovej vody, pod ktorým sú všetky pukliny vyplnené vodou. Prevláda horizontálny pohyb smerom k hladine mora. Hladinu tejto vody pokladal Grund za eróznu bázu v podzemí. Nad hladinou podzemných vôd (Grundwasser) Grund predpokladal existenciu mobilnejšieho doplňujúceho vodného telesa (Karstwasser), ktorého hladina sezónne kolíše, a prevláda tu horizontálny pohyb vôd. Odvodňovanie sa deje vauclusskými prameňmi. Sezónne pohyby vôd v krase dávajú charakter rôznym typom prameňov. Ich pohybom Grund vysvetľoval funkciu prameňov poljí. O. Hynie (1961) predpokladá nesprávny výklad Grundovej teórie o hladine podzemných vôd ako v priepustných horninách, ale uvádza, že Grund vo svojej práci rozumel hydraulickú spojitosť krasových puklín.

Speleologická prax, geologické vrty a hydrologický režim poljí však poukazujú na zložitejší obeh krasových vôd, ako predpokladal Grund, a tak roku 1908 vznikla protichodná teória F. Katzera, ktorý v krase predpokladá najmä existenciu samostatných vodných tokov kanálov *Gerinnen* od seba nezávislých so zložitým sifonálnym prúdením sčasti na princípe hydrostatického prúdenia a čiastočne spádom v neúplne vyplnených krasových dutinách. Odmietal existenciu jednotnej hladiny podzemných vôd. Ako dôkaz svojej teórie Katzer uvádza existenciu podmorských prameňov. Horizontálne usporiadané pramene kraso-

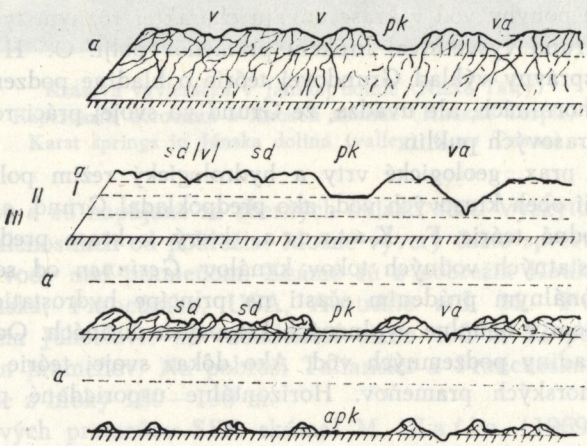


(A—B)

Teória krasovej hydrografie: (podľa F. Jenko 1959). A podľa Grunda: 1. priepustný krasový masív, 2. nepriepustná (erózna) báza, 3. hladina mora, 4. podzemná voda (Ground water), 5. krasová voda (Karstic water), 6. krasové pramene.

B podľa Katzera: 1. priepustný krasový masív, 2. hladina mora, 3. tektonické jaskyne a spojené korózne kanály, 4. krasové pramene

vých poljí a jaskynné úrovne však Katzerova teória nevysvetľuje. Na nedôslednosť oboch teórií z hľadiska hydromechaniky podzemných krasových vôd poukázal F. Jenko (1959). Skúsenosti z výskumu krasovej hydrografie zhrnul J. Cvijič (1918) v kompromisnom názore vzhľadom na Grundovu i Katzerovu teóriu. Rozlíšil v krasovom masíve tri hydrografické zóny usporiadané nad sebou, ktoré vznikajú v procese denudácie krasového územia. V najvrchnejšej časti je *suchá* zóna bez vodných tokov, ktorou presakuje povrchová voda. Takmer nikdy nepresakuje na povrch prameňmi, ale úplne prevláda pohyb zvisle dolu. Pod ňou je *prechodná* zóna s trvalými alebo občasnými vodnými tokmi. Voda odteká do hĺbky spomalene, vplyvom hydrostatického tlaku tu vzniká i výstupné prúdenie. V miestach, kde túto zónu pretínajú terénne zníženiny (doliny, úvaly, polja), vznikajú pramene. Výška tejto zóny kolíše podľa ročných období, a preto ani všetky pramene nie sú trvalé. Najspodnejšie je zóna *trvalo zaplavená*, ktorá nikdy nedosahuje dná krasových zníženín; rozrezaná je len allochtónnymi dolinami. Voda tejto zóny pomaly steká do hĺbky až na nepriepustné podložie, vplyvom hydrostatického tlaku môže v úzkych trhlinách vzniknúť i výstupné prúdenie. Tak vznikajú, i keď veľmi zriedka, aj pramene na dne poljí a úvalov i podmorské pramene. Uvedené tri hydrografické zóny nie sú stabilné ani zreteľne oddelené jedna od druhej. Ich rozhranie je zvlnené podľa geologických a petro-



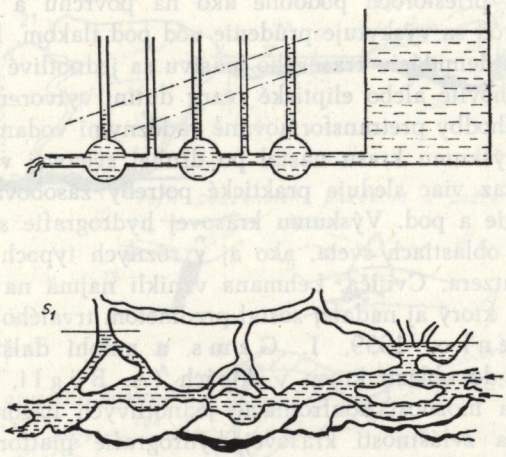
Vývin krasovej hydrografie podľa Cvijiča (1918)

Fáza I. Začiatok krasovej erózie: v — predkrasové doliny, pk — krasové polje, va — allogénna dolina, ab — spodná hranica jednotnej hydrografickej zóny.

Fáza II. Vývoj troch hydrografických zón: I, II, III, prehĺbenie krasových foriem. Predkrasové doliny sú premodelované na série závrtov. Následkom denudácie je stará spodná hranica (ab) prvej hydrografickej zóny bližšie k povrchu.

Fáza III. Hydrografická zóna s vodnými tokmi priestranných a veľmi rozvetvených jaskýň. Pretekaná je len počas obdobia dažďov tokmi klesajúcej vody, prevažná časť roku je suchá. V dôsledku denudácie je stará hranica (ab) hladiny podzemnej vody vysoko nad súčasnými tokmi.

Fáza IV. Trosky predošlej hydrografickej zóny: morfologická zóna hunov, pk — stopy starého polja



Účinok rôznych prierezov a hydrostatického tlaku na výšku vodnej hladiny (Lehman 1932, cit Jennings 1971)

grafických zvláštností prostredia. V čase znižovania (denudácie) krasového masívu jednotlivé zóny klesajú vždy nižšie. Neskôr na základe teórie W. M. Davisa o cyklickom vývine krasu zdôraznil vplyv hladiny mora na vývin hladiny podzemných krasových vôd (J. Roglič, 1961 — cit. podľa M. Sweeting, 1972). W. M. Davis (1930) na základe výskumov hydrogeológa H. Kinga nepredpokladá jednotnú hladinu podzemných krasových vôd, ale nevylučuje ju v štádiu *staroby* krasového masívu. Rozlíšil *vadózne* a *freatické* toky, ktoré môžu existovať v niekoľkých úrovniach nad sebou. Vadózne toky sú v zóne prevzdušňovania krasového masívu a tečú smerom dolu k zóne nasýtenia, ktorá je zónou úrovne krasových vôd. Davis predpokladal, že rozpúšťanie spôsobujú pomaly tečúce freatické toky (freatické rozpúšťanie), ale nerozlíšil jednotlivé časti freatickej zóny. Vyzdvihnutím krasového masívu toky vadóznej zóny premodelúvajú pôvodne freatické tvary. Teóriu W. M. Davisa v americkej literatúre rozpracovali ďalší autori. Ich stručný prehľad uvádza M. Sweeting (1972). O. Lehman (1932) predpokladal prúdenie krasových podzemných vôd cez navzájom prepojené podzemné dutiny a rozlíšil tri typy podzemných tokov: systém prúdenia pod tlakom v dutinách vyplnených vodou, systém voľných jaskynných tokov podobných povrchovým tokom a prechodný systém bazénov vyplnených vodou pod tlakom alebo voľne, ktoré sa však vždy vyprázdňujú pod tlakom. Prvý typ sa vyskytuje v najhlbších zónach krasu, druhý vo vrchnej časti krasu a tretí zasahuje do oboch zón. Lehman predpokladal, že jaskynné priestory vznikli tektonicky a vodou sa len málo rozšírili. Puklinovým systémom sa voda pohybuje pomaly a zvyčajne pod tlakom. Krasové vody tvoria uzavretý systém, aj keď jednotnú hladinu krasových vôd nepredpokladá vzhľadom na to, že v krasových dutinách s nerovným prierezom a s nerovnakým tlakom v susedných bazénoch sa voda nemôže rovnako pohybovať. V pokročilom štádiu vývinu krasu môže existovať i jednotná hladina podzemnej vody. Vtedy už voda tečie v rozší-

rených jaskynných priestoroch podobne ako na povrchu a len počas veľkých zrážok a prívalov vôd sa vyskytuje prúdenie vôd pod tlakom. Podobne ako Cvijič i on tvrdí, že počas denudácie krasového masívu sa jednotlivé typy prúdenia presúvajú hlbšie. Kruhovité alebo eliptické tvary dutín, vytvorené tlakovým prúdením, sa menia na chodby pretransformované vadóznymi vodami.

Prudký rozvoj výskumu krasu nastal po druhej svetovej vojne z teoretického hľadiska, ktoré čoraz viac sleduje praktické potreby zásobovania vodou, využívanie vodnej energie a pod. Výskumu krasovej hydrografie sa venuje množstvo autorov v rôznych oblastiach sveta, ako aj v rôznych typoch krasových oblastí. Teórie Grunda, Katzera, Cvijiča, Lehmana vznikli najmä na základe výskumov v Dinárskom krase, ktorý aj naďalej zostal predmetom trvalého záujmu (J. Roglič, 1965; F. Jenko, 1959, I. Gams a mnohí ďalší), ale zároveň sa výskum rozšíril aj do oblastí krasu v Alpách (A. Bögli, 1966; V. Zötl, 1961), čím vznikla možnosť konfrontácie jednotlivých názorov. Čoraz viac sa uplatňuje názor na zvláštnosti krasovej hydrografie platformových krasových oblastí a vrásovo-zlomových štruktúr. Koncepciu D. V. Ryžikova (1954) v oblasti krasového i nekrasového terénu planiny Koniar v Slovenskom krase aplikoval A. Kemény i (1961). Zdôraznil nevyhnutnosť existencie podzemných tokov i hladiny podzemných vôd v krase a označil ich za vzájomne podmienené formy pohybu vody v krase. Vo vývine krasovej hydrografie predstavujú jednotlivé toky hydrografické bázy svojmu okoliu a často aj toto okolie odvodňujú. Silnejšie sú nižšie položené toky, ktoré majú viac vody. Zarezávajú sa a nechávajú slabšie bázy vo visutej polohe, ktorým časom odoberajú vodu. Takto hladina podzemných vôd javí tendenciu vytvoriť rovnovážny profil vzhľadom na hlavnú bázu. V krasovej hydrografii charakterizuje dve vývinové štádiá: 1. štádium intenzívneho prispôsobovania sa hladiny podzemných vôd k silným bázam, jednotlivé hladiny podzemných vôd majú značné výškové rozdiely, existuje veľa visiacich odumierajúcich tokov; 2. štádium takmer rovnovážneho stavu hladiny podzemných vôd (A. Kemény i, 1961).

F. Jenko (1959) podobne ako O. Lehman (1932) uvádza tri základné zložky podzemných vôd krasového masívu tvoriacich navzájom jeden celok. 1. spodná voda, 2. riečne toky a potoky tečúce čiastočne v podzemí, čiastočne na povrchu, 3. hĺbkové podzemné prúdenie. Hladina podzemnej vody je v rôznej hĺbke a krasový masív je v podstate priepustný, ale lokálne môžu byť trhliny upchané hlinou alebo zasintrené tak, že krasová hornina môže byť miestne nepriepustná. Rieky tečú na povrchu na menej priepustných horninách a sčasti pod povrchom na priepustných horninách cez úzke kanály a trhliny. Tu strácajú časť vody alebo ju dostávajú z okolia, čo závisí od výšky hladiny podzemnej vody. Hĺbkové prúdenie podzemnej vody spôsobuje vytekanie prameňov na úrovni piezometrického povrchu.

K najdôležitejším prácam zaoberajúcim sa problémom krasovej hydrológie patrí práca J. Zötla (1965), ktorý pomocou výtrusov *Lycopodium* skúmal prúdenie podzemných vôd vo vápencových Alpách. Skúmal podzemné prúdenie vysokého plató, ktoré sa nemôže pokladať za staré štádium geomorfologického vývinu. Do ponorov nasypal rôzne sfarbené výtrusy, ktoré sa zjavili v ich bližších

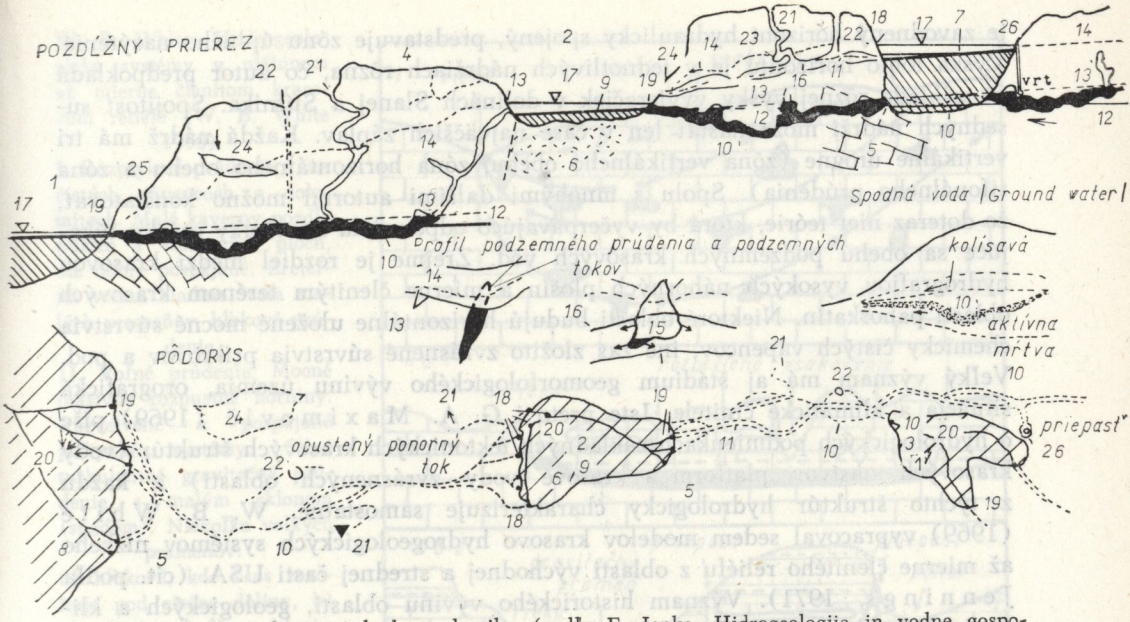


Schéma podzemnej krasovej hydromechaniky (podľa F. Jenko: Hidrogeologija in vodne gospodarstvo krasa): 1. erózna báza (more, riečny systém), 2. krasové polje, 3. nepriepustná dolina (flyš), 4. krasový peneplén, 5. krasovejúce vápence, 6. nepriepustný dolomit, 7. flyš (bridlice atď.), 8. sedimenty, 9. alúvium, 10. hlboké podzemné kanály, 11. ponorné rieky (tečú čiastočne pod zemou, čiastočne na povrchu), 12. hydrostatická línia, 13. piezometrické nivó malých vôd hlbokých podzemných vodných kanálov, 14. piezometrické nivó veľkých vôd hlbokých podzemných vodných kanálov, 15. piezometrické nivó malých vôd ponorných riek, 16. piezometrické nivó veľkých vôd ponorných riek, 17. záplavy krasových poljí a dolín, 18. ponory, 19. pramene, 20. potoky, 21. priepasť, 22. priepasť (kukava), 23. jazerá so zachytenou stagnujúcou vodou, sintr, nádr., 24. izolovaná podzemná voda, 25. zníženiny spôsobené rozptýlením prameňov, 26. studňa

predpokladaných vyvieračkách. Po dlhšom čase sa však výtrusy začali zjavovať i vo vzdialených vyvieračkách. Na základe týchto pokusov Zötl predpokladá spojitosť podzemných riečnych systémov, ale skôr, ako to predpokladal Lehman. Veľké podzemné toky pokladá za hlavné artérie, ktoré zásobujú vodou jeden alebo aj viac prameňov.

Schému prúdenia krasových podzemných vôd vypracoval E. K. Thrailkill (1968). Predpokladá nepravidelné rozloženie vadózneho presakovania a vadózneho laterálneho prúdenia (plytká freatická zóna), kde je maximálne rozpúšťanie. A. Bögli (1966) podľa výsledkov výskumu jaskynného systému Hölloch predpokladá existenciu úrovne krasových vôd (Karstwasserfläche), ktorá sa správa podľa hydromechanického zákona a navrhuje pomenovať úroveň hladiny ako piezometrický povrch. Dôkazom existencie hladiny krasových vôd sú tri úrovne chodieb v jaskynnom systéme Hölloch. P. Repka (1973) sumarizoval výsledky hydrologických výskumov v Slovenskom krase. Predpokladá existenciu krasových nádrží súvisiacich s odvodňovacími bázami, ktoré klesajú, kým bázy odvodňovania sa zarezávajú. V najspodnejších častiach krasového masívu

je zavodnený horizont hydraulicky spojený, predstavuje zónu úplného nasýtenia. Výška tohto horizontu je v jednotlivých nádržiach rôzna, čo autor predpokladá na základe rôznej výšky vyvieračiek v dolinách Slanej a Štítnika. Spojitosť susedných nádrží môže nastať len v čase najväčších záplav. Každá nádrž má tri vertikálne úrovne (zóna vertikálneho obehu, zóna horizontálneho obehu a zóna sifonálneho prúdenia). Spolu s mnohými ďalšími autormi možno konštatovať, že doteraz niet teórie, ktorá by vyčerpávajúco odpovedala na všetky otázky týkajúce sa obehu podzemných krasových vôd. Zrejme je rozdiel medzi krasovou hydrografiou vysokých náhorných plošín a mierne členitým terénom krasových oblastí pahorkatín. Niektoré oblasti budujú horizontálne uložené mocné súvrstvia chemicky čistých vápencov, iné zas zložito zvrásnené súvrstvia príkrovov a pod. Veľký význam má aj štádium geomorfologického vývinu územia, orografická situácia a klimatické činitele. Iste preto i G. A. Maximovič (1969) píše o hydrologických podmienkach základných tektonických krasových štruktúr (vody krasových masívov platform a krasové vody zvrásnených oblastí) a každú z týchto štruktúr hydrologicky charakterizuje samostatne. W. B. White (1969) vypracoval sedem modelov krasovo hydrogeologických systémov nízkeho až mierne členitého reliéfu z oblasti východnej a strednej časti USA. (cit. podľa Jennings, 1971). Význam historického vývinu oblasti, geologických a klimatických faktorov zdôraznil N. J. Jennings (1971) uvedením príkladu z Nullaborského plató, kde existujú rozsiahle jaskynné priestory a chodby vyplnené jazerami takmer nehybnej vody. Úroveň vodnej hladiny je veľmi blízka úrovni mora aj vo vzdialenosti 40 km od pobrežia, ťažko tu teda možno predpokladať existenciu koncentrovaného odtoku. Súčasný stav však nevylučuje možnosť, že tieto tvary pochádzajú z pleistocénu.

3. Metódy výskumu krasových vôd

Pri výskume vôd v krase sa používajú rovnaké metódy ako pri výskume povrchových a podzemných vôd v nekrasových oblastiach. Hydrometrické metódy sa používajú na zistenie prietoku, výšky hladiny, zistenie vodnej bilancie skúmaného územia, na určenie výdatnosti prameňov a pod. V sovietskej literatúre sa venuje veľká pozornosť výskumu jazier v krase (G. A. Maximovič, 1969; A. G. Čikišev, 1973). Špecifické použitie majú v krasovej hydrografii hydrochemické metódy. Ich aplikácia sa veľmi rozšírila koncom päťdesiatych rokov (J. Corbell, 1957, 1959; M. Pulina, 1968, 1974; A. Bögli, 1956, 1960; O. Štelcl, 1965; Š. Gazda — E. Kullman, 1964 a mnohí ďalší) najmä na zistenie intenzity procesov krasovatenia v rozličných oblastiach zemského povrchu i vo vertikálnych zónach krasového masívu, ako aj na zistenie celkovej hodnoty chemickej denudácie krasových oblastí. Tretiu skupinu tvoria hydroindikačné metódy (A. G. Čikišev, 1973), ktoré sa používajú na zistenie obehu vody v krase, spojenia podzemných vôd s krasovými prameňmi a povrchovými vodami, ako aj rýchlosti pohybu vody v podzemí. Z hydroindikačných metód sú v doterajšej praxi známe najmä tieto metódy:

a) Použitie farbív — jedna z najstarších, najúčinnejších a najpoužívanejších

W. B. White: Hydrogeologické systémy v nížinnom až mierne členitom krasovom reliéfe (W. B. White 1969)

I. Rozptýlené prúdenie v nečistých vápencoch a dolomitoch. Malé kaverny pozdĺž puklín a vrstvových plôch, ale dobre pospájané. Zreteľná vodná hladina, veľa malých prameňov, hĺbkové prúdenie.

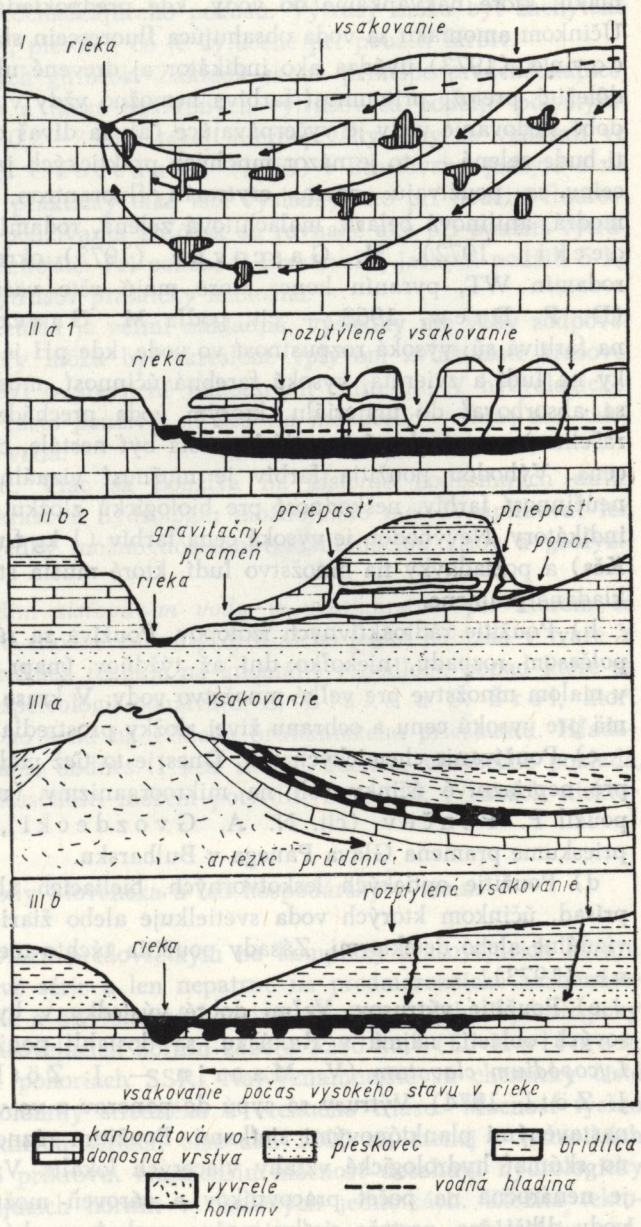
II. Voľné prúdenie. Mocné masívne rozpustné horniny. Rozvetvené a pospájané jaskynné systémy. Silné turbulentné gravitačné prúdenie s malým sklonom (spádom). Niekoľko veľkých prameňov:

a) hĺbkové, kde kras zasahuje pod riečne doliny, b) visuté (perched) prúdenie, kde nepriepustná báza siaha nad riečnu dolinu.

III. Prúdenie pod tlakom, kde je prúdenie vody ohraničené vrstvovitosťou:

a) artézske, b) sendvičové, pri ktorom je tenká krasovejúca vrstva medzi nepriepustnými horninami v nadloží a podloží.

Oba systémy (a—b) môžu byť otvorené alebo pokryté nepriepustným nadložím.



metód. V ponoroch sa farbí voda chemickými farbivami, z ktorých najznámejším je fluoresceín ($C_{20}H_{12}O_5$). Je to neškodné farbivo s veľmi vysokou koncentráciou, ktoré je vo vode málo rozpustné. Najprv je potrebné fluoresceín rozriediť v lúhovom roztoku a potom zafarbiť vodou, ktorá sa jeho účinkom sfarbí na zeleno. Ak sa sfarbí slabo, možno fluoresceín identifikovať niekoľkými kvapkami amo-

niaku, ktoré nakvapkáme do vody, kde predpokladáme výtok zafarbenej vody. Účinkom amoniaku sa voda obsahujúca fluorescein sfarbí na žltozeleno. M. Gascoyne (1973) uvádza ako indikátor aj drevené uhlie. Použitie indikátorov je dôležité, pretože prítomnosť farbiva nemožno vždy vizuálne identifikovať a dlhodobé sledovanie vody je vyčerpávajúce (ak sa dívaš do vody tri dni, každá voda ti bude zelená — to je názor mnohých praktických jaskyniarov). Okrem fluoresceínu sa používajú: eozín, erytrozín, fluorantron, kongo červené, metylénová modrá, anilínová belasá, malachitová zelená, rodamín B a iné (N. A. Gvozdeckij, 1972). M. Gascoyne (1973) okrem uvedených uvádza ešte rodamín WT, pyranín konc, ktoré majú ešte väčšie účinky ako fluorescein (D. P. Drew, 1968 — cit. podľa M. Gascoyne, 1973). Požiadavky na farbivá sú: vysoká rozpustnosť vo vode, kde pH je 2—10, nijaké toxické účinky na ľudí a zvieratá, vysoká farebná účinnosť, musia byť bez zápachu, nesmú sa absorbovať do materiálu, ktorým voda prechádza (hlina, piesok, hornina, rašelina), v povrchových vodách musia byť nestále, citlivé na indikátory a nízka cena. Výhodou použitia farbív je možnosť vizuálneho pozorovania, chemická neúčinnosť farbív, neškodnosť pre biologickú zložku krasových vôd, citlivosť na indikátory. Nevýhodou je vysoká cena farbív (1 kg fluoresceínu stojí 3000—3500 Kčs) a požiadavky na množstvo ľudí, ktoré musia stále sledovať všetky predpokladané pramene.

b) Použitie rádioaktívnych izotopov. Používa sa rádioaktívna látka s krátkym polčasom rozpadu, niekoľko dní až týždňov (napr. trítium). Môže sa použiť v malom množstve pre veľké množstvo vody. V krase sa však používa málo, najmä pre vysokú cenu a ochranu živej zložky prostredia.

c) Používanie chemických solí. Dnes je to tiež málo používaná metóda, najmä pre nepriaznivé účinky solí na mikroorganizmy (napr. NaCl). Túto metódu použil P. Penčev (cit. N. A. Gvozdeckij, 1972) pri hydrologickom prieskume prameňa Glava Panega v Bulharsku.

d) Použitie optických leskotvorných, bieliacich alebo žiariacich syntetických prísad, účinkom ktorých voda svetielkuje alebo žiari. Ich prítomnosť sa zisťuje vizuálne alebo detektormi. Zásady použitia týchto metód uvádza M. Gascoyne (1973).

e) Použitie výtrusov. Veľmi dobré výsledky v hydrologickom výskume krasových oblastí, najmä v Rakúsku, sa dosiahli používaním výtrusov plavúňov *Lycopodium clavatum* (V. Maurin — J. Zötl, 1960; J. Zötl, 1965; J. Zötl, 1974). Výtrusy sa sypú do ponorov a vo vyvieračkách sa zachytávajú nastavenými planktónovými sieťkami. Použitím rôzne sfarbených výtrusov možno skúmať hydrologické vzťahy viacerých lokalít. Výhodou tejto metódy je, že je nenáročná na počet pracovníkov a zároveň možno kontrolovať vyvierajúcu vodu dlhší čas, pretože sieťky možno nechať na skúmaných lokalitách neobmedzene dlho. Tým vlastne došiel J. Zölt (1961) k závažným záverom o spojitosti podzemných vôd, lebo len dlhodobým pozorovaním sa ponorené výtrusy zjavovali v ďalších a ďalších vyvieračkách. Nevýhodou tejto metódy je vysoká cena použitého materiálu (výtrusov) a skutočnosť, že rovnako zafarbené výtrusy nemožno použiť viackrát v tom istom teréne, pretože nemožno vylúčiť možnosť

vyplavovania výtrusov z predchádzajúceho pokusu. Výtrusy môžu byť zachytené prirodzenými filtrami (hlina, piesok), čo je vylúčené pri použití farbív.

f) Použitie polystyrénových guľôčok. Zakladá sa na princípe predchádzajúcej metódy, ale miesto drahých a ťažko dostupných výtrusov sa použijú polystyrénové guľôčky s priemerom 0,2—3 mm takej miernej váhy, aby sa vznášali vo vode. Túto metódu použil I. Cebecauer (1970) v Brestovskej jaskyni a na iných lokalitách, kde zistili prakticky také isté výsledky ako pri použití fluoresceínu. Výhody a nevýhody používania guľôčok sú rovnaké ako pri použití výtrusov; guľôčy sú však oveľa lacnejšie. Pri pokuse v Brestovskej jaskyni použili 5 kg guľôčok, čo je pri použití výtrusov prakticky nemožné.

g) Hydrologické vrty. Metóda je veľmi nákladná, výsledky nie vždy zodpovedajú výške nákladov. Závery môžu byť skreslené vplyvom zvláštností krasovej hydrografie a často môžu byť ovplyvnené náhodnými činiteľmi. V hydrologickej praxi sa však táto metóda často používa, aj keď na iné účely — kras ako taký sa neskúma, hľadá sa len voda.

h) Geofyzikálny výskum. Viac sa používa na zistenie podzemných dutín a anomálií všeobecne, na krasovú hydrológiu možno tieto metódy aplikovať len uvážene. Veľmi dobré výsledky možno dosiahnuť kombináciou vrtov a geofyzikálnych metód.

i) Iné metódy. Najstarším *zisťovaním vody* je prútikárstvo, pri ktorom sa používala tzv. *virguľa*. Je to vhodne zahnutý drôt alebo tenká halúzka v tvare Y očistená od lístia, ktorá v rukách reaguje na anomálie v podloží, ponad ktoré sa prechádza. Túto metódu v speleológii používajú L. Blaha a S. Šrol, ktorí často úspešne otvárali mnoho sond na základe prútikárskeho prieskumu. Hľadanie vody prútikármi je známe dodnes. I keď sa táto metóda všeobecne pokladá za nevedeckú, z vlastnej skúsenosti môžem potvrdiť, že prútik v rukách niektorých ľudí reaguje.

4. Krasové vody Slovenska a ich hospodársky význam

Krasové vody SSR sa viažu predovšetkým na komplexy krasovejúcich hornín príkrovov, menej na obalové série a len nepatrne na predmezozoické karbonátové horniny alebo treťohorné a štvrtohorné horniny. Plošná rozloha hydrologicky priaznivých komplexov krasovejúcich hornín zaberá 3280 km^2 (E. Kullman, 1964) najmä v jadrových pohoriach SSR. Najvýznamnejšie sú chemicky čisté skrasovatené vápence a dolomity stredného a vrchného triasu. Mocnosť týchto hornín dosahuje v gemeridných sériách viac ako 1200 m, menej v jednotkách chočského a krížnianskeho príkrovu. Najmenšiu mocnosť dosahujú hydrologicky vhodné komplexy krasovejúcich hornín v obalových jednotkách. Zložitá tektonická stavba našich pohorí vo veľkej miere ovplyvňuje režim a cirkuláciu podzemných krasových vôd, čo platí predovšetkým o bradlovom pásme. E. Kullman (1964) rozlišuje v našich krasových územiach dva základné typy cirkulácie podzemných krasových vôd. Prvá v zmysle Katzera (1909), je viazaná na tektonické kryhy a nemá možnosť hlbinne cirkulovať. V miestach zostupu karbonatických hornín do väčších hĺbok časť vôd vystupuje na povrch formou prame-

Podzemné vadózne toky pretekajú často nevyrovnaným spádom a vytvárajú čereje alebo vodopády. Horná časť druhého vodopádu v jaskyni Javorinka

Подземные вадозные течения протекают часто невыровненными участками и отличаются большим падением, при чем образуют водопады. Верхняя часть второго водопада в пещере Яворинка

Subterranean wading streams flowing often in uneven way and creating ripples or waterfalls. The upper part of the second waterfall in the Javorinka cave

ňov a druhá časť vôd začína cirkulovať hlbinne, pričom sa podieľa na doplňovaní minerálnych a mineralizovaných vôd. Režim puklinovo-krasových vôd skúmali V. Hanzel a S. Gazda (1970) a zistili, že: 1. zákonitosti pohybu krasových vôd treba skúmať osobitne pre jednotlivé hydrogeologické štruktúry; 2. na režim výdatnosti krasových prameňov má najväčší vplyv infiltrácia zo snehovej pokrývky, keď je hodnota celkového výparu najnižšia. To sa prejavuje v hlavnom maxime výdatnosti, ktoré sa so stúpajúcou nadmorskou výškou posúva od apríla do letného zrážkového maxima, pričom sa pri prameňoch s najvyššie položenými infiltračnými územiami (nad 1000 m) maximum výdatnosti spája s letným zrážkovým maximom; 3. režim teploty podzemných vôd je odrazom

vplyvu priemernej ročnej teploty vzduchu a hĺbky cirkulácie podzemných vôd, zároveň sa zistila závislosť teploty podzemných vôd od veľkosti výdatnosti prameňov; 4. čím stálejší je režim výdatnosti prameňa, tým vyrovnanejší je i režim celkového chemizmu najmä v zmiešaných vápencovo-dolomitických komplexoch.

Charakteristiku režimu výdatnosti krasových vôd SSR skúmal M. Zaťko (1969), podzemné vody Slovenského krasu A. Kemény i (1961) a P. Repka (1971). Zásoby krasových vôd a možnosti ich využitia stručne zhodnotil E. Kullman (1964). Špecifický odtok podzemných vôd odhadol na 8—10 l/s/km^2 a celkovú cirkuláciu podzemných vôd karbonátov Slovenska na 26,2—32,8 m^3/s. Tieto hodnoty predstavujú takmer dvojnásobok spotreby pitnej vody na Slovensku, hoci nie všetky vody krasovej cirkulácie sa dajú využiť. Veľkú časť vodovodov na Slovensku zásobuje voda z krasových prameňov, alebo je nimi doplňovaná.

Prudký rozvoj prírodných vied sa prejavil aj v náuke o krase, ktorá v súčasnosti predstavuje súbor čiastkových vedných disciplín. Z nich stojí krasová hydrológia v popredí záujmu hydrológov, speleológov, ale aj vodohospodárskych pracovníkov. Bazény podzemnej krasovej vody predstavujú najmä v hornatých oblastiach hlavné zdroje vody, aj keď nie najvhodnejšie z hľadiska čistoty a chemického zloženia. Sú to však oblasti obyčajne málo znečistené priemyselnými a mestskými aglomeráciami, ktorých vplyv sa často nepriaznivo prejavuje vo vodách treťohorných i štvrtohorných sedimentov kotlín a nížinných oblastí. Často zainteresovaní pracovníci riešia praktické vodohospodárske problémy bez teoretických znalostí problému. Vo vodohospodárskej praxi potom dochádza k paradoxným situáciám, keď speleológov vyháňajú z vodohospodárskych objektov, pričom užívatelia sami znečisťujú ponory krasových vôd a ich predstavy o obehu vody v krase sú často vzdialené od skutočnosti. Riešenie problémov krasovej hydrografie má teda význam nielen teoretický, ale aj veľmi praktický.

5. Záver

V krátkej práci bolo možné vymenovať popri klasických prácach predvojnového obdobia len časť novších prác. Chceli sme poukázať na rôznorodosť názorov i záverov, ktoré prevládajú u jednotlivých autorov v rôznych oblastiach krasu. Porovnanie záverov citovaných prác oprávňuje predpokladať, že krasová hydrografia sa vyvíja v úzkej spojitosti s poznatkami o geologickej stavbe územia, o petrografických vlastnostiach hornín, o orografickej situácii a najmä o štádiu geomorfologického vývinu územia. Výskum technickými prostriedkami a speleologická prax potvrdzujú existenciu zóny aerácie vo vrchnej časti krasového masívu, existenciu samostatných vodných tokov, existenciu kolísajúcej vodnej hladiny samostatných i navzájom prepojených podzemných bazénov a existenciu hĺbkového sifonálneho prúdenia.

Do redakcie dodané 12. 5. 1976.

1. BÖGLI, A., 1967: Der Chemismus des Lösungsprozesses und der Einfluss der Gesteinsbeschaffenheit auf die Entwicklung des Karstes (Report on the Com. on Karst Phne., IGU, Rio de Janeiro).

2. BÖGLI, A., 1960: Kalklösung und Karrenbildung (Zeitschrift für Geomorph. Suppl. 1. 2., s. 4—12, Stuttgart).

3. BÖGLI, A., 1964: Mischungskorrosion — Ein Beitrag zum Verkarstungsproblem (Erdkunde, Beih. 18, s. 83—92).

4. BÖGLI, A., 1966: Karstwasserfläche und unterirdische Karstniveaus (Erdkunde 20, s. 11—12).

5. BRETZ, J. H., 1942: Vadose and phreatic features of limestone caverns (Journ. Geol. 4. 50, s. 675—811).

6. CEBECAUER, I., 1970: Nové možnosti sledovania súvislosti podzemných tokov v krasových územiach (Slovenský kras VIII, s. 110—111, Martin).

7. CORBEL, J., 1957: Le karst du NE Europe (Inst. des études Rhodaniénnes, Mem. et Dc. 12, Lyon).

8. CORBEL, J., 1959: Érosion en terrain calcaire: vitesse d'érosion et morphologie (Ann. de Géogr. N. 68, s. 97—120).

9. CORBEL, J., 1964: L'érosion terrestre, étude quantitative (Methodes, Techniques, Résultats). (Annal. Géogr. s. 398—473).

10. CVIJIČ, J., 1918: Hydrographie souterraine et évolution morphologique du karst (Imprimerie alliés frères, Grenoble).

11. ČIKIŠEV, A. G., 1973: Metody izučenia karsta (Izd. Mosk. Univ. Moskva).

12. DAWIS, W. M., 1930: Origin of limestone caverns (Bul. geol. Soc. Amer., 4. 41, s. 475—628).

13. DREW, D. P., 1968: Tracing percolation waters (Symp. on Cave Hydrology and Water Tracing, Trans, C. R. G. 10(2). s. 107—114).

14. DUKIČ, D., 1968: Režim reka u krasu Jugoslavie (Cvijićov sbornik, SAN, Beograd).

15. GAMS, I., 1969: Some morphological characteristics of the Dinaric Karst (Geol. journ. č. 135, s. 563—572).

16. GERSTENHAUER, A., 1960: Zur Frage der absoluten Geschwindigkeit der Kalkkorrosion in verschiedenen Klimaten (Zeitschrift für Geomorph. Suppl. 2).

17. GASCOYNE, M., 1973: The hydrological investigation of karst Regions with particular reference to the Serranis de San Luis, Estado de Falcón, Venezuela (El Guácharo, Soc. Venez. de Espeleol., vol. 8, zoš. 3—4, s. 66—85, Caracas).

18. GAZDA, Š.—KULLMAN, E., 1964: Hydrochémia podzemných vápencovo-dolomitických komplexov mezozoika Západných Karpát (Geol. práce, Zp. 32, s. 28—47, GÚDŠ, Bratislava).

19. GRUND, A., 1903: Karsthydrographie, Studien aus Westbosnien (Geol. Abh. von A. Penck 7, zoš. 3, s. 103—200).

20. GVOZDECKIJ, N. A., 1972: Problemy izučenia karsta i praktika (Izd. Mysľ, Moskva).

21. HANZEL, V.—GAZDA, Š., 1970: Režim prameňov puklinovo-krasových vôd SV svahov Nízkych Tatier (Sborník referátů V. hydrogeol. konf., s. 228—265, Gottwaldov).

22. HYNIE, O., 1961: Hydrogeológie ČSSR I, II. (Naklad. ČSAV, Praha).

23. JAKÁL, J., 1968: Prehľad názorov na vývoj krasových území a ich odraz vo výskume krasu Slovenska (Geogr. časopis, roč. XX, č. 2, s. 163—177, Bratislava).

24. JENKO, P., 1959: Hydrogeologija in vodno gospodarstvo krasa (DZS, Ljubljana).

25. JENNINGS, J. N., 1971: Karst (The M. I. T. Press, Cambridge . . .).

26. KATZER, F., 1909: Karst und Karsthydrographie (Zur Kunde der Balkanhalbinsel č. 8, Sarajevo).

27. KEMÉNYI, A., 1961: Geomorfologické pomery planiny Koniar (Geogr. časopis č. 2, roč. XIII, s. 104—140, Bratislava).

28. KULLMAN E., 1964: Krasové vody Slovenska a ich hydrogeologický výskum (Geolog. práce, Zprávy 32, s. 9—28, ÚÚGÚ Bratislava).

29. KUNSKÝ, J., 1950. Kras a jaskyne, Praha.

30. LEHMANN, H., 1936: Morphologische Studien auf Java (Geogr. Abh. N. 3, Stuttgart).
31. LEHMANN, O., 1932: Hydrographie des Karstes (Enzykl. der Erdkunde, Wien).
32. MAURIN, V.—ZÖTL, J., 1960: Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse (Beiträge zur Alpinen Karstforschung, Heft 12, Wien).
33. MAKSIMOVIČ, G. A., 1969: Nekotorije voprosy gidrologii karstovych oblastej (Metodika izuč. karsta, vyp. 8., Perm).
34. MAKSIMOVIČ, G. A., 1969: Osnovy karstovedenija. Tom II, (Perm).
35. MILLER, V. C., 1953: A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountains area, Virginia and Tennessee Valley (Dept. Geol. Columbia, Univ. Tech. Rep., N. 3, New York).
36. MILOJEVIČ, S., 1938: Brachyclase i nochova uloga u hidrogeografškim odnosima i morfološkim pojavima u pojedinostima krša. Pojavy i problemy krša (Srpska kr. akad., s. 1—48, Beograd).
37. MITTER, P., 1970: Geomorfologické pomery Muránskej planiny Švermovského hrdla (Rigorózna práca. Archív autora).
38. NOVAK, D., 1966: Karst springs in Hydrogeology (Probl. of the Speleol. Research II., s. 155—163, Brno).
39. PETRIK, M., 1961: Mjevenia na vrul'janie (II. Jugosl. Spel., Zagreb).
40. Problems of the Speleol. Research, Part II (Proc. of the Int. Spel. Conf. Brno 1964, Czechosl. Acad. of Scienc., Inst. of Geography Brno, 1966).
41. PULINA, M., 1968: Zjawiska krasowe wo wschodniej Syberii (Inst. Geogr. PAN, Geogr., Nr. 70, Warszawa).
42. PULINA, M., 1974: Denudacja chemiczna na obszarach krasu węglanowego (Prace geogr., Nr. 105, PAN, Warszawa).
43. REPKA, P., 1971: Slovenský kras. Podzemné vody (SPN, Bratislava, s. 41—61).
44. RYŽIKOV, D. V., 1954: Priroda karsta i osnovnyje zakonomernosti jego rozvitija (na primerach Urala). (Trudy Gornogeol. instituta, Moskva).
45. SWEETING, M. M., 1973: Karst Landforms (Macmillan, London).
46. THRAILKILL, E. K., 1968: Chemical and hydrologic factors in the excavation of limestone caves (Bull. Geol. Soc. Am., Nr. 22, s. 19—45).
47. TROMBE, F., 1952: Traité de Spéléologie (Payot, Paris).
48. TRICART, J., 1968: Notes géomorphologiques sur la karstification en Barbade (Antiles). (Mém. Doc. Cent. Doc. Cartogr. Géogr., N. 4).
49. WILLIAMS, P. W., 1970: Limestone morphology in Ireland (Ch. 7, Irish Geographical Studies, R. Glosscock and N. Stephens, Belfast).
50. ZAŤKO, M., 1969: Niektoré poznatky o režime výdatnosti krasových prameňov na Slovensku (Slovenský kras VII, 1967/68, s. 41—63, Osveta, Martin).
51. ZÖTL, J., 1957: Neue Ergebnisse der Karsthydrologie (Erdkunde, Nr. 11, s. 107 — 111).
52. ZÖTL, J., 1961: Die Hydrographie des nordostalpinen Karstes (Steirische Beitr. Hydrogeol. 1960/1961, č. 2, s. 54—183).
53. ZÖTL, J. 1965: Task and Results of Karst Hydrology (Problems of the Spel. Research, s. 141—145, Academia, Prague).
54. ZÖTL, J., 1974: Karsthydrogeologie (Springer—Verlag, Wien—New York).

JASKYNE V LISKOVSKOM KAMEŇOLOME

ZDENKO HOCHMUTH

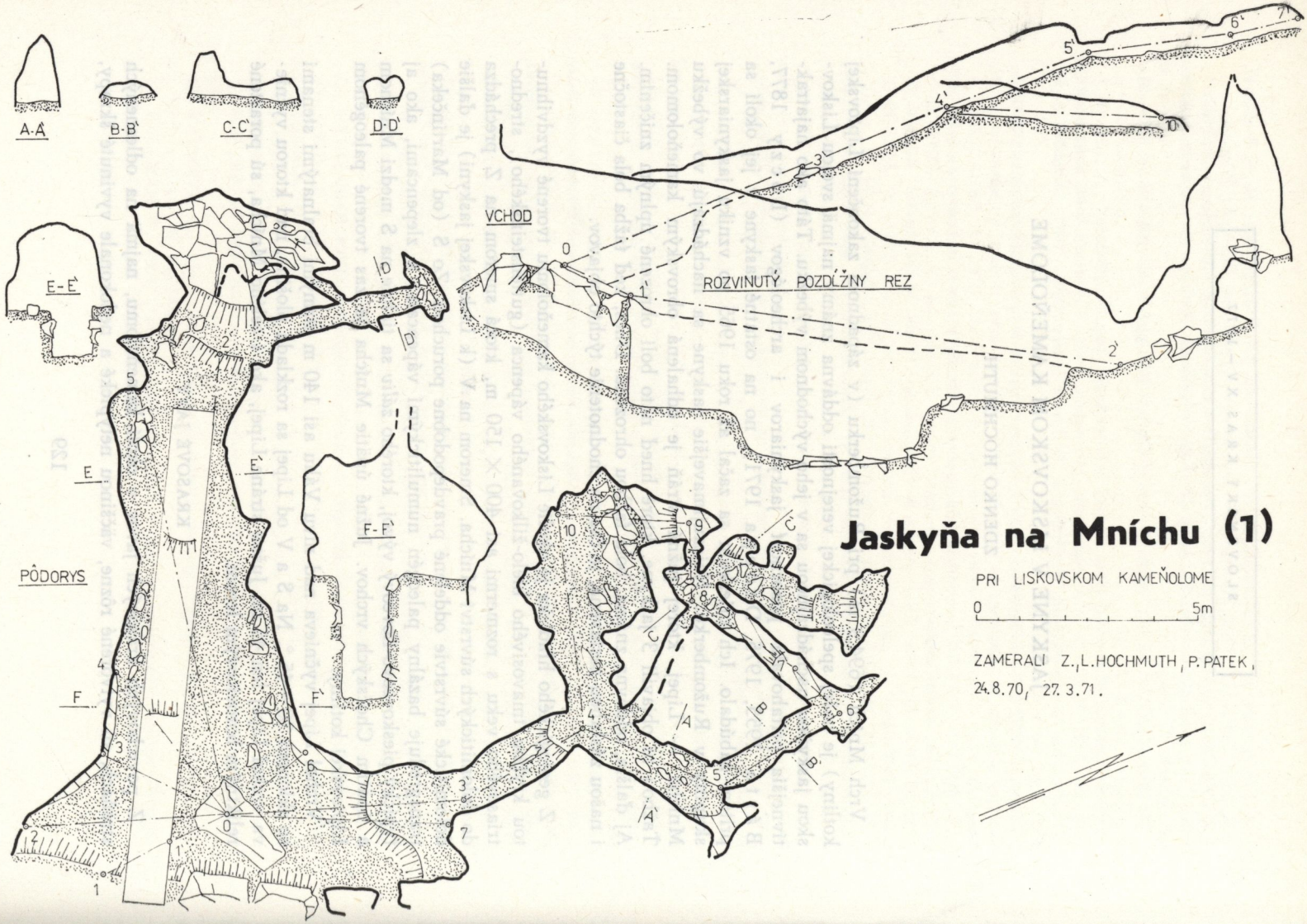
Vrch Mních (694,9 m) pri Ružomberku (v západnom zakončení Liptovskej kotliny) je našej speleologickej verejnosti oddávna známy najmä svojou Liskovskou jaskyňou nachádzajúcou sa v jeho východnom výbežku. Táto ako najatraktívnejšia priťahovala pozornosť jaskyniarov i archeológov (Lóczy 1877, Bárta 1955, 1975, Droppa 1971), no na ostatné jaskyne v jej okolí sa pritom zabúdalo. Ich prieskum sa začal až roku 1965 po vzniku jaskyniarskej skupiny v Ružomberku. Najzaujímavejšie jaskyne sa nachádzajú vo výbežku Mnícha — Lipej, ktorej južná stráň je odhalená obrovským kameňolomom. Ťažbou tu objavili 3 jaskyne, ktoré hneď nato boli ohrozené úplným zničením. Aj ďalšia, oddávna známa, bola ťažbou ohrozená. Dnes, keď ťažba bola čiastočne i našou zásluhou zastavená, je čas na zhodnotenie týchto objavov.

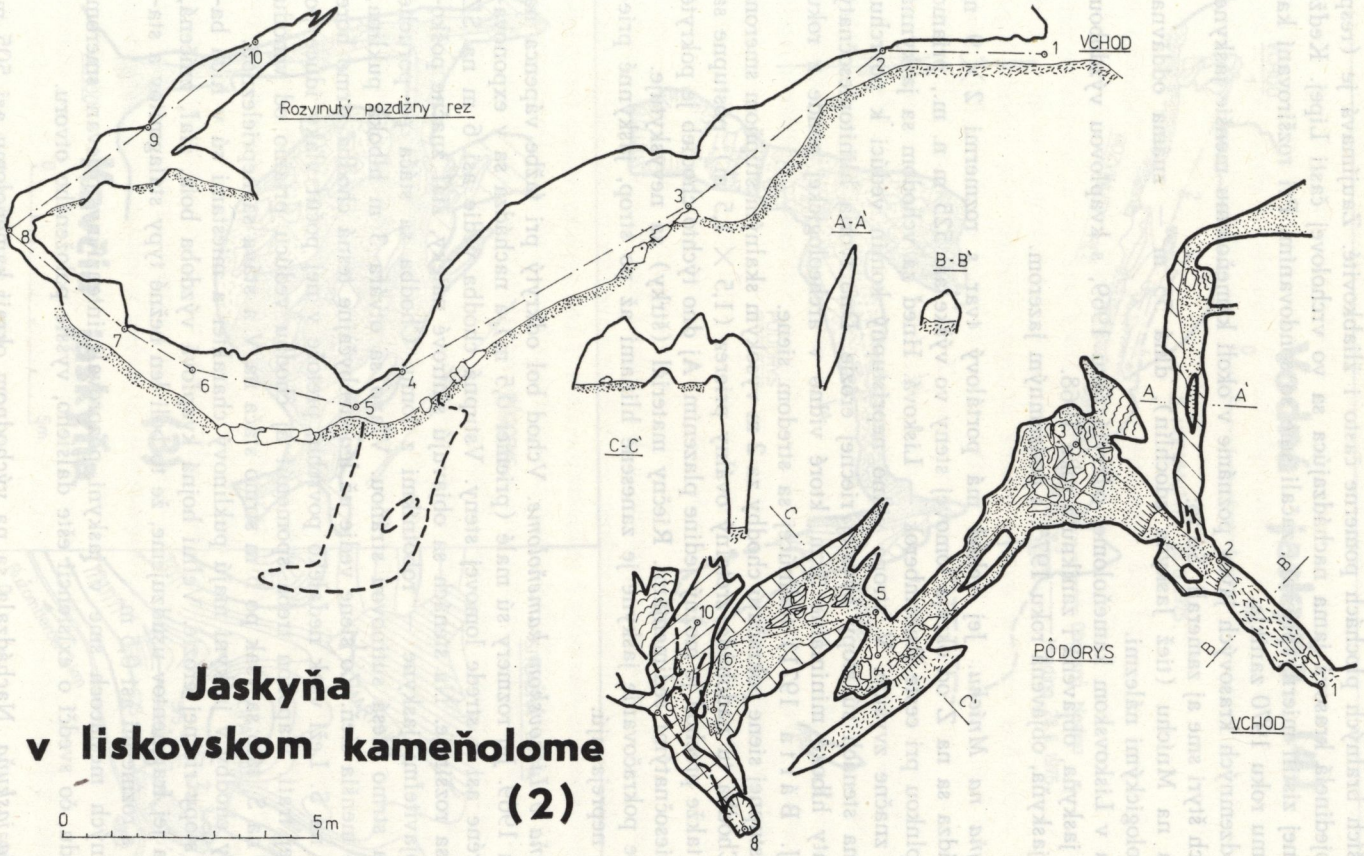
Z geologického hľadiska je okolie Liskovského kameňolomu tvorené vyzdvihnutou kryhou tmavosivého bielo-žilkovaného vápenca (guttensteinského), stredno-triasového veku s rozmermi asi 400 × 150 m, ktorá smerom na Z prechádza do dolomitických súvrství Mnícha. Smerom na V (k Liskovskej jaskyni) je ďalšie dolomitické súvrstvie oddelené pravdepodobne poruchou. Zo S (od Martinčeka) transgreduje bazálny paleogén numulitickými vápencami a zlepencami, ako aj typický pieskovcovo-ílovcový vývoj, ktorého *záliv* sa tiahne na S medzi Mníchom a úpätím Chočských vrchov. Južné úpätie Mnícha je zas tvorené paleogénom Liptovskej kotliny.

Vrchol Lipej vyčnieva nad nivu Váhu asi 140 m strmými bralnatými stenami so sklonom 30—45 °. Na S a V od Lipej sa rozkladá plošina, nad ktorou vyčnieva vrchol Lipej len 45 m. Južné stráne Lipej, ako i celého Mnícha, sú porastené reliktným borovicovým lesom.

KRASOVÉ JAVY

Z povrchových krasových javov v okolí kameňolomu, najmä na odlesnených stráňach, sú vytvorené rôzne, väčšinou netypické a nedokonale vyvinuté škrapy,


A-A'
B-B'
C-C'
D-D'
VCHOD
ROZVINUTÝ POZDĹŽNY REZ
E-E'
PÔDORYS
F-F'
Jaskyňa na Mníchu (1)
PRI LISKOVSKOM KAMEŇOLOME
0 5m
ZAMERALI Z. L. HOCHMUTH, P. PATEK,
24.8.70, 27.3.71.



Jaskyňa v liskovskom kameňolome (2)

Z. HOCHMUTH, P. PATEK, 22. 7. 1970.

na väčších bralných plochách pomerne často i žliabkovité. Zaujímavá je (resp. bola) ojedinelá krasová jama nachádzajúca sa vo vrcholovej časti Lipej. Keďže sme v nej zistili mierny prievan, začali sme so sondovaním. Pri rozširovaní kameňolomu roku 1970 zanikla.

Z podzemných krasových javov poznáme v okolí kameňolomu menšie jaskyne, z ktorých štyri sme aj zamerali: Sú to:

Jaskyňa na Mníchu (tiež Jaskyňa zdochlín), dlhá 55 m — známa oddávna, s archeologickými nálezmi.

Jaskyňa v Liskovskom kameňolome, odkrytá roku 1969, s kvapľovou výzdobou.

Kavčia jaskyňa, objavená i zaniknutá roku 1968.

Vodná jaskyňa, objavená roku 1975, s podzemným jazerom.

Jaskyňa na Mníchu. Jej vchod má portálový tvar s rozmermi 2 × 9 m a nachádza sa na Z od okraja lomovej steny vo výške asi 525 m n. m., priamo nad kaplnkou pri ceste Ružomberok — Liskova. Hneď za vchodom sa jaskynná chodba značne zvyšuje. V strope vidno neprístupný komín vedúci k povrchu. Všade na stenách sú stopy bývalej riečnej erózie. Dno tvoria hlinitopiesočnatý sedimenty hlboké minimálne 3 m, ktoré vidno v archeologickej sonde z roku 1971 (J. Bárta 1971) tiahnúcej sa stredom siene.

Zo Vstupnej siene pokračujú chodby za 2 m vysokým skalným stupňom smerom na S. Chodba tu nadobúda zreteľný oválny prierez (1,5 × 1,5 m), postupne sa zužuje, takže prechod je možný jedine plazením. Aj dno týchto chodieb je pokryté hlinitopiesočnatými sedimentami. Riečny materiál (štrky) sa nevyskytuje.

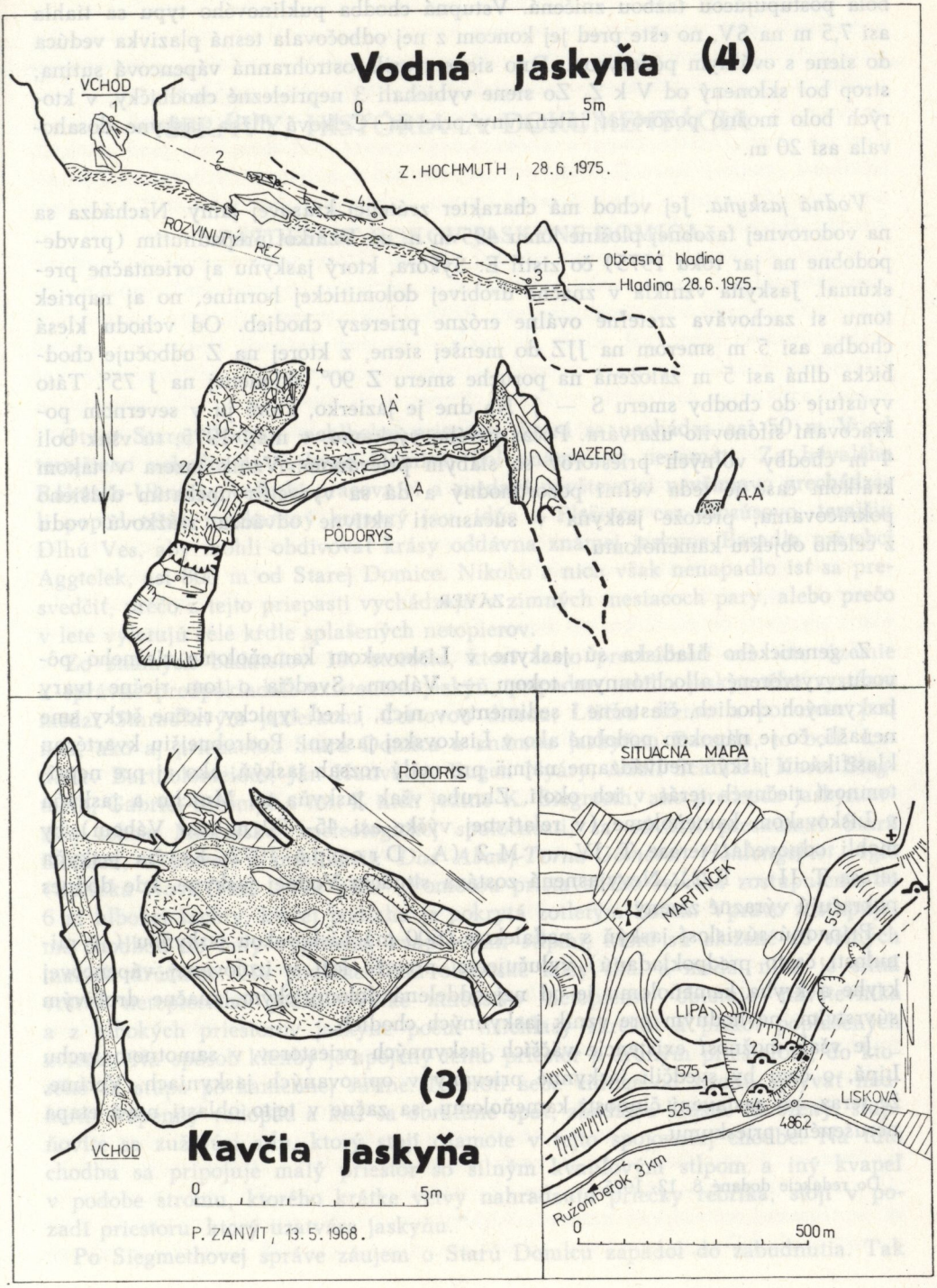
Ďalšie pokračovanie jaskyne je zanesené hlinami až po strop, jaskynné prievany sa neprejavujú.

Jaskyňa v Liskovskom kameňolome. Vchod bol odkrytý pri ťažbe vápenca na jar roku 1969. Jej rozmery sú malé (priemer 0,5 m) a nachádza sa v exponovanom teréne asi v strede lomovej steny. Vstupná chodba vedie asi 6 m na SZ a stále sa rozširuje. Na stenách sa objavujú sintrové náteky, žiaľ značne poškodené objaviteľmi jaskyne — robotníkmi z lomu. Chodba sa stáča po poruche na JZ a strmo klesá sutinovou stráňou. Vľavo sa otvára 3 m hlboká puklina, napravo menšia sieň. Zo siene vedie už len neobyčajne tesná chodba strmo hore smerom na S. Leží však neďaleko povrchu, pretože v nej počuť vlaky idúce po neďalekej trati. Napokon treba spomenúť aj chodbu vedúcu priamo od vchodu smerom na S, táto sa však po 5 m strmo stáča na V a stáva sa neprieleznou.

Všetky chodby v jaskyni majú puklinový charakter a miestami sú v nich badateľné stopy riečnej erózie. Veľmi hojná kvapľová výzdoba bola, žiaľ, zničená, no podľa jej fragmentov usudzujeme, že to boli len bežné typy stalagmitov a stalaktitov, s rozmermi asi 0,5 m.

V letných mesiacoch sme v jaskyni pozorovali intenzívny prievan smerom ku vchodu, čo svedčí o existencii ešte ďalšieho, vyššie položeného otvoru.

Kavčia jaskyňa. Nachádzala sa na východnom okraji kameňolomu asi 505 m n. m. Objavil ju P. Zanvit 13. mája 1968 a vtedy ju aj zameral. Krátko potom


Vodná jaskyňa (4)
VCHOD
0
5m
Z. HOCHMUTH, 28.6.1975.
ROZVINUTÝ REZ
Občasná hladina
Hladina 28.6.1975.
JAZERO
A-A'
PÔDORYS
PÔDORYS
SITUAČNÁ MAPA
MARTINČEK
LIPA
550
575
525
LISKOVÁ
486,2
Ružomberok 3 km
0
500 m
(3)
Kavčia jaskyňa
VCHOD
0
5m
P. ZANVIT, 13. 5. 1968.

bola postupujúcou ťažbou zničená. Vstupná chodba puklinového typu sa tiahla asi 7,5 m na SV, no ešte pred jej koncom z nej odbočovala tesná plazivka vedúca do siene s oválnym pôdorysom. Dno siene tvorila ostrohranná vápencová sutina, strop bol sklonený od V k Z. Zo siene vybiehali 3 neprielezné chodbičky, v ktorých bolo možno pozorovať intenzívny prievan. Celková dĺžka jaskyne dosahovala asi 20 m.

Vodná jaskyňa. Jej vchod má charakter zrútenej krasovej jamy. Nachádza sa na vodorovnej ťažobnej plošine lomu 495 m n. m. Vznikol prepadnutím (pravdepodobne na jar roku 1975) čo zistil E. Sýkora, ktorý jaskyňu aj orientačne preskúmal. Jaskyňa vznikla v značne drobivej dolomitickej hornine, no aj napriek tomu si zachováva zreteľné oválne erózne prierezy chodieb. Od vchodu klesá chodba asi 5 m smerom na JJZ do menšej siene, z ktorej na Z odbočuje chodbička dlhá asi 5 m založená na poruche smeru Z 90°, sklonenej na J 75°. Táto vyúsťuje do chodby smeru S — J. Na dne je jazierko, ktoré ju v severnom pokračovaní sifónovito uzatvára. Počas prvého výskumu, v máji 1975, tu však boli 4 m chodby voľných priestorov so slabým prievanom. Vznik jazera v takom krátkom čase je teda veľmi pozoruhodný a dá sa vysvetliť upchatím ďalšieho pokračovania, pretože jaskyňa v súčasnosti aktívne odvádza zrážkovú vodu z celého objektu kameňolomu.

ZÁVER

Z genetického hľadiska sú jaskyne v Liskovskom kameňolome riečneho pôvodu, vytvorené allochtónnym tokom — Váhom. Svedčia o tom riečne tvary jaskynných chodieb, čiastočne i sedimenty v nich, i keď typicky riečne štrky sme nenašli, čo je napokon podobné ako v Liskovskej jaskyni. Podrobnejšiu kvartérnu klasifikáciu jaskýň neuvádzame najmä pre malý rozsah jaskýň, ako aj pre neprítomnosť riečnych terás v ich okolí. Zhruba však jaskyňa na Mníchu a jaskyňa v Liskovskom kameňolome (v relatívnej výške asi 45—50 m nad Váhom) by mohli odpovedať terase T IV — M-2 (A. Droppa 1972, Kavčia jaskyňa terasa T II — R-2). Nevyjasnená zostáva situácia Vodnej jaskyne, kde dodnes pokračujú výrazné zmeny.

Prípadnú súvislosť jaskýň s neďalekou (600 m) Liskovskou jaskyňou (v minulosti často predpokladanú) vylučujeme, pretože leží v izolovanej vápencovej kryhe a kryha kameňolomu je od nej oddelená dolomitickým, značne drobivým súvrstvím, nevhodným pre vznik jaskynných chodieb.

Je však možnosť existencie väčších jaskynných priestorov v samotnom vrchu Lipá, o čom by svedčili jaskynné prievany v opisovaných jaskyniach. Veríme, že teraz, po zastavení činnosti kameňolomu, sa začne v tejto oblasti nová etapa nerušeného prieskumu.

Do redakcie dodané 8. 12. 1975.

SPRÁVY, HISTÓRIA A DOKUMENTÁCIA

PÄŤDESIAT ROKOV JASKYNE DOMICA

Otvor Starej Domice, nehlbokej priepasti, ktorá sa nachádza asi 50 m V od terajšieho vchodu do jaskyne Domica, bol známy od nepamäti. Za bývalého Rakúsko-Uhorska vedeckí pracovníci a zvedaví návštevníci nevšímavo prechádzali popod tento markantný krasový jav, idúc z Plešivca cez Hosúsovo, terajšiu Dlhú Ves, aby mohli obdivovať krásy oddávna známej jaskyne Baradla pri obci Aggtelek, asi 800 m od Starej Domice. Nikoho z nich však nenapadlo ísť sa presvedčiť, prečo z tejto priepasti vychádzajú v zimných mesiacoch pary, alebo prečo v lete vyletujú celé kŕdle splašených netopierov.

Zo známych bádateľov 19. storočia, ktorí často prechádzali cez toto územie a správne predpokladali existenciu jaskýň, prípadne celého jaskynného systému medzi Smradľavým jazierkom, Čertovou dierou, Líščou dierou a ponorom pod ňou, ako aj priepasťou Stará Domica a známou jaskyňou Baradla, to boli: Ladislav Bartholomeides, Ján Hunvalfy, Eugen Nyáry, Adolf Schmídl, Karol Siegmeth, Gabriel Strömpl a iní. Z nich jedine K. Siegmeth, ako predseda jaskyniarskej sekcie Maďarskej speleologickej spoločnosti, sa odvážil preskúmať Starú Domicu, o ktorej v publikácii: *Das Abauj-Torna-Gömörer Höhlengebiet,* Igló (Spišská Nová Ves) 1891 píše: „Pomocou pristaveného rebríka zostupujeme do 6 m hlbokej šachty, ktorej podlaha je pokrytá zotletým lístím. Vpravo zostupujeme chodbou do haly vyplnenej kvapľovými stĺpmi, ktoré sú zložené zo samých malých drúčikov. Na podlahe ležia obrovské kusy skál a medzi nimi je silná vrstva netopieriehо guána. Veľké množstvo netopierov obletuje návštevníka a z hlbokých priestorov jaskyne počuť tisíchlasý škrekot a piskot poplašených zvierat. Na spôsob klenby je spojený tento priestor s druhým priestorom, do ktorého sa stúpa po kamennej sutine. Naproti sebe vidíme od stropu splývať nádherný vápenný vodopád a keď sa obrátime späť, zbadáme krásne utvorený, stupňovite sa zužujúci stĺp, ktorý stojí osamote v tejto spojovacej chodbe. Na túto chodbu sa pripojuje malý priestor so silným kvapľovým stĺpom a iný kvapeľ v podobe stromu, ktorého krátke vetvy nahradzujú priečky rebríka, stojí v pozadí priestoru, ktorý uzatvára jaskyňu."

Po Siegmethovej správe záujem o Starú Domicu zapadol do zabudnutia. Tak

sa zdalo, že sa na tento markantný krasový jav úplne zabudlo. Až po 35 rokoch, začiatkom prvej republiky, naddozorca finančnej pohraničnej stráže Ján Majko, povzbudený objavmi Alojza Krála v Demänovskej doline, začal si intenzívnejšie všímať a pozorovať krasové javy na Silickej planine a v Slovenskom krase, po ktorých konával pravidelné služobné pochôdzky. Jeho pozornosť upútala Čertova diera, Líščia diera s občasným ponorom pod ňou, ale predovšetkým nehlboká priepasť Stará Domica, z ktorej tak ako v minulosti, aj teraz vychádzali v mrazivých zimných dňoch mračná pary a v lete podvečer vyletovali netopiere, ktorých škrekot pred necelým polstoročím tak zaujal K. Siegmetha.

Nechajme však hovoriť samotného J. Majku, ktorý v doteraz neuverejnenom stručnom opise objavov z roku 1955 takto si spomína na objavenie Domice a spojenie tejto jaskyne s Čertovou dierou: „Roku 1923 som bol pridelený ako dozorca československej finančnej stráže do malej husitskej dedinky Hosúsova, terajšej Dlhej Vsi. Splnila sa mi tak najvrúcnejšia túžba poznať jaskynné otvory a konať v nich výskumy. Ako rodák z Dolnej Stredy (pri Seredi, okres Galanta, pozn. redakcie) o jaskyniach som vedel iba toľko, čo som sa v dennej tlači dočítal v súvislostiach s objavom A. Krála. Preto som pri každodenných služobných pochôdzkach pozoroval, čo sa deje v okolí Starej Domice (táto bola oddávna známa ako 60 m dlhá jaskyňa). Zaujímalo ma, aké množstvo vody pohlcuje domický ponor pri jarnom rozpúšťaní snehu a v lete pri výdatných dažďoch a najmä koľko pary vystupuje v zime, za jarných a jesenných studených slnečných dní z otvoru Starej Domice. Na tomto základe, ako i na tom, že asi 2 km od kopca Domica, t. j. 500 m za štátnou hranicou v Maďarsku, je dávno známa jaskyňa Baradla, som roku 1924 došiel k záveru, že i pod Starou Domicou musí jestvovať neznáma jaskyňa, len ju bude treba objaviť.

Požiadal som slobodných kolegov, aby sme Starú Domicu bližšie preskúmali. Kolegov však v krátkom čase preložili na iné služobné miesto, takže prieskum sa neuskutočnil. Stalo sa tak až roku 1926, keď som 29. augusta prehliadol s jedným skautom najprv Líščiu dieru a potom Starú Domicu. Na spodku ľavej steny som zistil silný prievan prúdiaci asi z 20 cm otvoru. Otvor som natoľko rozšíril, že som sa plaziac po bruchu pretiahol dovnútra. Za mnou prišiel i skaut, ktorý zatiaľ prezeral inú časť jaskyne. Po skalnej suti sme šikmo do diaľky postúpili asi 6 m. V ďalšom postupe nám zabraňovala skalná strmá stena. Pod stenou však bol úzky otvor, ktorý sme osvietili zvnútra horiacim novinovým papierom. Zistili sme, že sa nachádzame asi nad 14 m hlbokou priepasťou. Vtedy som bol pevne presvedčený, že po jej prekonaní sa bude možné dostať do neznámych jaskýň. Týmto vlastne už bol vchod do jaskyne Domica objavený.

Po celomesačnom presviedčaní mojich nedôverčivých kolegov, že v Domici treba urobiť riadny výskum, dali sa mi konečne nahovoriť, takže 3. októbra 1926 sme sa vypravili štyria a ešte toho istého dňa sa nám podarilo objaviť časť jaskyne Domica. Táto jediná výprava nestačila na to, aby sme Domicu poznali celú. Až pri ďalších výpravách, ktoré sme ešte toho mesiaca podnikli, bola jaskyňa Domica objavená v terajšom rozsahu. Aby som rozriešil spojenie jaskyne Domica s Čertovou dierou, podnikol som v októbri a novembri 1926 niekoľko prieskum-

ných výprav do Čertovej diery. Až 29. novembra sa mi podarilo kladivom a sekáčom na železo presekať úzky otvor — podobný paragrafu natoľko, že som sa mohol cezeň pretiahnuť. Poberal som sa za silným prievanom, ktorý v najužšej časti otvoru fučal ako vietor. Tento potvrdil moje presvedčenie, že za týmto jestvuje ďalší otvor a tým mohol byť len vchod do Domice, ktorý som už poznal. Správne som predpokladal, že podzemný tok, ktorý preteká v jaskyni Domica cez Panenskú chodbu, má svoj začiatok a prichádza od Líščej diery, čo podľa smeru z JZ na SV tomu zodpovedalo, pretože preteká pod Čertovou dierou a smeruje do Domice. Toho dňa som sa k predpokladanému riečisku skutočne dostal. Proti prúdu som postúpil o 180 m, kde riečisko začína. Pri ďalšej výprave som po prúde riečiska postúpil asi 600 m. Ďalšiemu postupu však zabraňoval nepreniknuteľný sifón. V rokoch 1927—1928 som podnikol niekoľko prieskumných výprav z jaskyne Domica smerom k Čertovej diere. Pri jednej takej výprave v novembri 1928 podarilo sa mi spolu s učiteľom Štefanom Cakom z Kečova nájsť otvor s priemerom asi 10 cm vpravo proti prúdu riečiska za skalnou záclonou. Dňa 3. apríla 1929 som otvor za 6 hodín natoľko rozšíril, že som sa mohol cezeň pretiahnuť do známych mi už miest, po ktorých som chodil ešte roku 1927. Tým sa objavilo spojenie medzi Čertovou dierou a jaskyňou Domica."

Domicu roku 1932 elektricky osvetlili a sprístupnili verejnosti. Jej objav vzbudil záujem nielen u milovníkov prírodných krás, ale aj medzi početnými prírodovedcami, pre ktorých sa Domica stala predmetom intenzívnych výskumov.

V čase objavu Domice nebolo domácich archeológov a vedomie potreby spolupráce aj so zástupcami tejto vednej disciplíny pri prenikaní do jaskynných priestorov nejestvovalo, lebo pri vtedajšom stupni vedomostí o jaskyniarstve uvedomovala sa nanajvýš potreba ochrany kvapľovej výzdoby. Ochrana jaskýň musí byť preto zameraná nielen na kvapľovú výzdobu (ale v prípade takých šťastných okolností, aké boli v náhle zasypanej Domici) aj na povrchové archeologické nálezy, ktoré mohli zachytiť obraz života tých, ktorí žijúc v tejto jaskyni zanechali v hmotných nálezoch kus nepísanej histórie slovenského praveku.

Pôvodne ľahšie prístupný pleistocénny vchod sa zavalením stal v holocéne neznámym. Pravekí ľudia spoznali Domicu cez komínovitý vchod, ktorý sa potom náhle v neolite zasypal. Vďaka tomu ostala Domica ušetrená od zlého osudu prístupných jaskýň, zachovajúc si tak svoje kvapľové panenstvo. Na rozdiel od jaskýň s otvoreným vchodom žil v Domici neolitický človek od vstupu do nej v úplnej tme, ktorú osvetľovali početné obnovované ohniská od Vstupnej siene po Sieň jedenástich plameňov, kým ďalšie priestory osídľované len príležitostne osvetľoval fakľami, o čom svedčia uhľové čiary aj v odľahlejších priestoroch Domice.

Systematické výskumy Domice uskutočnil v rokoch 1932—1933 akademik J. Böhm za spolupráce zástupcov americkej archeologickej školy, ktorá čiastočne výskum financovala. Ďalšie v podstate len revízne výskumy sa uskutočnili v rokoch 1940, 1956 a 1963, na základe ktorých sa Domica ukázala ako ojedinelé neobyčajne bohaté sídlisko nositeľov bukovohorskej kultúry, zastúpené tu jej tromi časovými fázami, ktorých najmladšia bola analýzou C^{14} datovaná na

6080 ± 75 rokov pred súčasnosťou. Revízne výskumy tu zistili ešte dve staršie osídlenia v mladšej dobe kamennej, ktorých nositeľmi boli výrobcovia lineárnej keramiky a ešte staršej maľovanej keramiky blízkej tzv. starčevsko-križskej kultúre. Táto na Balkáne reprezentuje najstaršie osídlenie v mladšej dobe kamennej. Počtom keramických pamiatok, ako aj kamennej štiepanej i hladenej, ba aj kostenej industrie, ktorá reprezentuje dobové unikáty, stala sa Domica najvýznamnejším sídliskom bukovohorskej kultúry v celej karpatskej oblasti. A nielen sídliskom, ale pravdepodobne aj jaskynnou svätyňou matriarchálneho božstva plodnosti v Dóme mystérií. V tomto priestore s chudobnejšou kultúrnou vrstvou svedčiacou len o občasnej prítomnosti neolitického rodu, nachádza sa pozoruhodný kulisovitý eróziou vytvorený útvar pripomínajúci veľké kamenné ženské lono, pred ktorým je tzv. Posvätná chodba, ktorá podľa jám, zvyškov po drevených koloch, bola pôvodne z obidvoch strán uzavretá. Nápadná koncentrácia uhľových čiar od otierania fakieľ, aby lepšie svietili, spolu s tromi uhľovými nástennými obrazcami v strednej Európe ojedinelými, svedčí o úsilí sústredenejšieho osvetlenia celkove úzkych priestorov Posvätnej chodby, pri ktorom v jej strope vynikne plasticita spomenutého kamenného lona. Toto možno bola prírodná svätyňa pastierskych obyvateľov, azda aj širokého okolia Silickej planiny, obývajúcich Domicu len sezónne, v čase prezimovania stád oviec a kôz. V zimnom období, keď v porovnaní s vonkajškom bola v jaskyni relatívne veľká teplota (priemerne 10 °C) a menšia vlhkosť spolu s výdatným zdrojom vody a hliny na výrobu keramiky, jestvovali najvýhodnejšie podmienky prirodzenej ochrany pred zimou. Preto sa vo viacerých fázach neolitu stala Domica jedným z hlavných jaskynných sídlisk. Treba len ľutovať, že po objave nerešpektovala sa potreba zachovať archeologické nálezy v pôvodnom stave spolu aj s odtlačkami neolitických ľudských chodidiel, ktoré po objave zanikli. Tým sa stratili aj poznatky, ktoré by možno najobjektívnejšie vedeli vysvetliť príčiny náhleho opustenia tohto ojedinelého jaskynného sídliska a azda aj svätyne. Takto otázka zániku osídlenia a príčina zasypania neolitického vchodu prirodzenou cestou či úmyselne (pred zneuctením svätyne) ostáva naďalej otvorenou. Nevyjasnená je aj možnosť osídlenia Domice v mladom paleolite, pretože sa v náplavách Majkovho dómu pri stavbe mostíka našiel v Československu zatiaľ jediný výrazný kamenný listový hrot patriaci typickému bukovohorskému szeletienu, pričom hĺbkové sondáže počas uvedených výskumov, žiaľ, paleolitické osídlenie v tejto jaskyni nepotvrdili. Ostáva teda predpoklad, že len epizodicky sem vstúpil szeletský lovec medveďov. Zatiaľ ide o najsevernejší nález pamiatok szeletskej kultúry a súčasne dôkaz o najstaršom osídlení Slovenského krasu.

Jaskyňa Domica patrí aj z biospeleologického hľadiska k najvýznamnejším slovenským jaskyniam, kde sa vyskytujú mnohé typické jaskynné živočíchy. Preto po jej objave ju navštevuje rad československých zoológov, ktorých výsledky zhrnul už roku 1936 (okrem menších údajov a citácií iných autorov) prof. Jaroslav Štorkán. Dôležitosť Domice pre zoospeleologický výskum spočívala najmä v tom, že predstavovala vtedy ešte človekom nenarušený ekosystém a ako taký dávala vede možnosť študovať pôvodné jaskynné pomery a jaskynnú faunu v nenarušenom zložení a prostredí. Táto okolnosť bola dôležitá najmä preto, že

Domica ako súčasť jaskynnej sústavy baradlansko-domickej dávala možnosť porovnávať faunu s dávnejšie známou faunou jaskyne Baradla, na výskume ktorej sa významne podieľal aj náš rodák Ján Frivaldský (pôvodom z Rajca) a ktorý je aj autorom z historického hľadiska dôležitej prvej práce o jaskynnej faune karpatských krajín (1865, teda od jej vyjdenia uplynulo už 112 rokov). Z druhov, ktoré on objavil na Baradle, zistili v Domici typický troglobiont — žižiavku jaskynnú *(Mesoniscus graniger Friv.)*, ktorej taxonomické postavenie hodnotil v dvoch prácach prof. Frankenberger (1939, 1959). Pri výskume fauny Domice zistili zástupcov všetkých troch základných ekologických skupín (troglobionty, troglofily, trogloxény). Úplný zoznam fauny Domice dosiaľ nemáme, ale môžeme ju porovnať s výsledkami zoologického výskumu jaskyne Baradla, kde podľa monografie E. Dudicha (1932) sa zistilo 262 druhov živočíchov (z nich 18 eutroglobiontov, 70 hemitroglobiontov, 108 pseudotroglobiontov a 66 tychotroglobiontov). Z uvedeného vidno (počty druhov sa časom menili a doplnili), že väčšina druhov baradlansko-domickej sústavy patrí k náhodným hosťom jaskynného prostredia. Pravých jaskynných druhov je málo: z našej Domice boli opísané aj nové druhy pre vedu, z ktorých uvedieme napr. pavúka *Porrhomma profundum* M. Dahl, roztoč *Oribellopsis cavatica* (Kunst) z guana netopierov Čertovej diery. K významným troglobiontom domicko-baradlanskej jaskynnej sústavy patria napr. chrobák *Duvalius microphthalmus hungaricus* Csiki, vidličiarka *Plusiocampa spelaea* Stach, Muška *Lycoria (Neosciara)* baradlana Kuézy, chvostoskoky *Arrhopalites pygmaeus aggtelekiensis* Stach, *Lepidocyrtus aggtelekiensis* Stach, z vodných stygobiontov je charakteristický studničkár *Niphargus aggtelekiensis* Dudich (podľa niektorých našich zoológov zhodný s druhom *N. tatrensis Wreszn)*, typický v podzemnom stoku Styxu (a aj v iných podzemných tokoch Slovenského krasu), lastúrnička *Candona dudichi* Klie, praobrúčkavec *Troglochaetus beranecki* Delachaux (pôvodne objavený v jaskyni l'Areuse vo Švajčiarsku roku 1920) a i.

Významnou zložkou jaskynnej fauny Domice sú aj netopiere *(Chiroptera)*. Ich výskumu sa od počiatku objavenia jaskyne venovala značná pozornosť (študovalo sa druhové zloženie, hibernácia, migrácia, dynamika početnosti, parazitácia atď.). K dôležitým patria niektoré teplomilnejšie druhy južného pôvodu, z ktorých niektoré dosahujú na tomto území severnú hranicu rozšírenia: k takým patrí najmä podkovár veľký *(Rhinolophus ferrum equinum* Schreber). Ďalej je tu aj podkovár južný *(Rhinolophus euryale* Blasius) a tiež široko rozšírený podkovár malý *(Rhinolophus hipoosideros* Bechstein), netopier obyčajný *(Myotis myotis* Borkhausen) a ďalšie (celkom uvádzajú Gaisler a Hanák, 1973 — 10 druhov netopierov z Domice). Rôzne skupiny živočíchov v Domici skúmalo množstvo československých zoológov (s rozličnou intenzitou), ktorých výpočet by bol dosť rozsiahly. Súhrnne treba konštatovať, že výskumy ešte nie sú (najmä bezstavovcov) dokončené a že ešte prinesú pre vedu rad cenných a nových poznatkov.

Jaskyňa Domica však upútala pozornosť aj početných geológov a geomorfológov, ktorí študovali vznik jej priestorov a foriem krasovej výzdoby. Spomenieme aspoň R. Kettnera a Zd. Rotha, ktorí Domici venovali viac svojich

prác. Novšie vykonal speleologický výskum A. Droppa. Zmieniť sa treba aj o početných populárnych článkoch V. Benického.

Domica patrí z vedeckého hľadiska nesporne k najzaujímavejším jaskyniam v Európe. Jej turistická hodnota je neoceniteľná. Obe tieto hľadiská nás nabádajú, aby sa jej venovala zvýšená pozornosť z hľadiska ochrany ako vzácneho prírodného výtvoru.

Redakčná rada

PRÍSPEVOK K 50. VÝROČIU BYSTRIANSKEJ JASKYNE

MARCEL LALKOVIČ

Zriadením Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši sa zlepšili podmienky pre ďalší rozvoj jaskýň a jaskyniarstva na Slovensku. Úlohy, ktoré túto organizáciu pri jej zrode očakávali a v jej ďalšej existencii očakávajú, sú náročné. Popri problémoch, ktoré súvisia s prevádzkou dvanástich sprístupnených jaskýň na Slovensku, sú tu aj úlohy iného charakteru. Za pomerne krátke obdobie svojej existencie zorganizovala Správa slovenských jaskýň a Múzeum slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši oslavy niekoľkých významných výročí, ktoré pripomínali výsledky obetavej a náročnej práce človeka a súvisia s históriou našich jaskýň.

Oslavou storočnice Dobšinskej ľadovej jaskyne, 50. výročia Demänovskej jaskyne Slobody a Važeckej jaskyne nastúpila sa zároveň cesta, ktorej cieľom je dať úsiliu, nadšeniu a obetavosti, vďaka ktorým máme dnes možnosť bližšie spoznávať a neustále obdivovať skvosty našej prírody, to miesto v histórii, ktoré im zaslúžene patrí. Nebolo to ináč ani pri 50. výročí Bystrianskej jaskyne, ktorej výročie si verejnosť pripomenula 25. apríla 1976.

Uplynulo päťdesiat rokov odvtedy, čo Elemír Holman, študent elektrotechniky, našiel nad ponormi na svahoch nad Bystrou v lieviku zahádzanom raždím otvor sotva väčší ako dlaň. Aj keď jeho čin nebol niečím novým (pretože už roku 1923 došlo zásluhou mladého učiteľa Jozefa Kovalčíka a Ernesta Lauberta k objavu tzv. Starej jaskyne), predsa len znamenal začiatok veľkej a namáhavej cesty, ktorou sa uberala história Bystrianskej jaskyne. Možno povedať, že bol logickým dôsledkom roku 1923, pretože ako o tom výstižne píše Jozef Kovalčík: „Keby nebolo objavu roku 1923, neboli by v okolí Bystrianskej jaskyne jaskyniari a ďalšie objavy." Tu niekde sa začína obdobie, ktoré je naplnené prácou, túžbou, hľadaním a neraz i strádaním, a to len preto, aby to, čo sa objavilo neostalo ukryté pred zrakom verejnosti, ale slúžilo jej potrebám a šírilo tak zvesť o krásach slovenskej prírody.

V minulosti sa existencia jaskýň na Bystrej predpokladala, dôkazom čoho je i V. Ďumbiersky, ktorý v Pešťbudínskych vedomostiach vo februári 1864 píše o čistení podzemných jaskýň v Bystrianskej doline. Známe ponory na Bystrej

a vyvieračka boli predmetom nejednej konkrétnej úvahy, či už išlo o nádrž pre pohon dvojkamenného mlyna, alebo o vodné právo, ba dokonca o ryžovanie zlata z piesku, ktorý ponory splavovali do jaskýň. Toto všetko, aj keď s jaskyňami na Bystrej nejako súviselo, nedávalo predbežne ani približnú predstavu o nich. Až roky 1923 a 1926 bližšie konkretizujú existenciu jaskýň. Rok 1926 je navyše rokom, ktorý dal prieskumu na Bystrej ďalší zmysel a smer. Objavením priepasti Peklo začína sa činnosť, ktorá spočiatku za malej podpory nakoniec predsa vedie k sprístupneniu jaskyne, i keď len provizórne. Cez priepasť Peklo sa postupne objasňovali spojitosti s priestormi, ktoré tvoria jej základ.

Vďaka menšej nehode, ktorá sa odohrala pri práci počas čistenia ponorov, čo bolo podmienkou poskytnutia finančných prostriedkov, dovtedy vynaložená námaha a úsilie boli korunované úspechom. Rozkopaním lievika nad ponormi roku 1932 a preniknutím do terajšej Výstupnej siene sa objavili možnosti pre postup do ďalších priestorov. Tieto možnosti a najmä nedostatok finančných prostriedkov viedli nakoniec k založeniu Družstva bystrianskych jaskýň, ktoré po mnohých ťažkostiach začalo existovať koncom roku 1938. Výsledkom jeho práce bolo sprístupnenie prvej časti jaskyne už v júli 1939 a po ďalších úpravách roku 1941 jaskyňu odovzdali do prevádzky. Treba však poznamenať, že išlo o sprístupnenie bez elektrického osvetlenia, za pomoci rebríkov a drevených schodov, takže prehliadka jaskyne bola dosť náročná.

Spočiatku mala jaskyňa dostatočný počet návštevníkov. Ako uvádza Jozef Kovalčík, zastavovali sa v nej takmer všetci tí, ktorí mali cestu na Ďumbier, Chopok či Čertovicu. Napríklad roku 1943 takýmto spôsobom navštívilo jaskyňu 1000 — 1500 turistov, hoci sa pre jaskyňu nerobila žiadna propagácia. Ďalšie práce prerušila vojna, ktorá neobišla ani Bystrú a jej jaskyňu. Počas prechodu frontu roku 1945 a za dvojmesačných bojov v okolí stala sa jaskyňa úkrytom partizánov a obyvateľov blízkeho okolia. Jeden z nich, Gabriel Krúpa z Valaskej, prišiel o život. Vojna a vojnové udalosti zanechali stopy aj na samotnej jaskyni. Na niektorých miestach došlo k zničeniu výzdoby, k poškodeniu vchodu a celé okolie bolo v takom stave, ako keď toto miesto opustilo vojsko.

Úsilie oživiť činnosť v Bystrianskej jaskyni začína krátko po vojne. Z podnetu Slovakoturistu v Banskej Bystrici sa v apríli 1950 vykonala podrobná prehliadka jaskyne, účastníci ktorej sa súhlasne vyslovili, aby sa jaskyňa bezodkladne dostala aspoň do takého stavu, v akom bola roku 1940. Ďalším výsledkom bolo to, že sa po šesťročnej prestávke obnovila práca v jaskyni, ktorá bola hneď na začiatku korunovaná úspechom v podobe objavu Mostárenských siení. V auguste 1951 výskumný kolektív členov SSS v Brezne pod vedením A. Droppu zameral dovtedy známe priestory. Podobne ako jaskyňa i družstvo prežilo vojnové udalosti. Jeho činnosť ožila, ale len nakrátko. Prichádza znárodnenie jaskyne, ktorú potom postupne preberá RCR, n. p., po ňom Slovakotour, n. p. a Turista, podnik cestovného ruchu, ktorý na Bystrej vytvoril pracovnú skupinu s účelom ďalšieho prieskumu jaskyne. Všetky jaskynné priestory boli podrobené novému výskumu a na základe celkového spracovania jaskynného systému Bystrá — Valaská pristupovalo sa k ďalšej prieskumnej činnosti a otváraniu nových pracovísk. Výsledkom tejto prieskumnej činnosti bolo roku 1954 objavenie spojenia Starej

jaskyne s Novou jaskyňou, rozšírenie chodieb v Novej jaskyni a chodby do Mostárenských siení, prechod 150 m cez veľkú poklesovú prepadlinu južným smerom a v januári 1956 dochádza k objavu priepasti Závrt, hlbokej 141 m.

Popri intenzívnej prieskumnej činnosti sa nezaháľalo ani v otázke sprístupnenia jaskyne. Osobitná komisia zvolaná kvôli sprístupneniu jaskyne v auguste 1960 vypracovala potrebné návrhy, takže vo februári 1961 bol predložený úvodný projekt na schválenie plánovaciemu odboru SKNV v Banskej Bystrici. Investorom sa stal MNV Valaská a dodávateľom Geologický prieskum, n. p., Žilina. Práce na sprístupnení začali 1. októbra 1964 a 21. júla 1968 jaskyňu odovzdali do užívania. Jej sprístupnením však prieskumná činnosť na Bystrej nekončí. Členovia oblastnej skupiny SSS v Brezne v nej pokračujú i naďalej. Ich cieľom je odhaliť ďalšie tajomstvá, ktoré jaskynná sústava v sebe ešte skrýva.

Dňa 1. januára 1970 jaskyňu prevzala do správy novovytvorená Správa slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši. V nej sa od roku 1971 vo vyhradených priestoroch, ktoré sú oddelené od vlastných prevádzkových priestorov jaskyne, vykonáva speleoklimatická liečba chorôb dýchacích ciest. Úpravou Ministerstva kultúry SSR z 28. decembra 1972 bola Bystrianska jaskyňa vyhlásená za chránený prírodný výtvor.

Návštevnosť jaskyne z roka na rok stúpa. Kým roku 1968 ju navštívilo 4700 návštevníkov, roku 1970 už 10 300 návštevníkov a do konca roku 1974 23 000 návštevníkov, čo je počet oproti návštevnosti počas prvého sprístupnenia jaskyne kvantitatívne podstatne odlišný.

História slovenských jaskýň je úsek, ktorému sa v minulosti nevenovala sústavná pozornosť. Nie je tomu ináč ani v prípade Bystrianskej jaskyne, o ktorej sa za uplynulých päťdesiat rokov dosť popísalo. Zväčša však išlo o práce odborného charakteru, ktoré mali za úlohu objasniť vznik jaskyne, prípadne ju dokresliť z inej odbornej stránky, alebo opísať výsledky prieskumnej činnosti. Avšak historický pohľad na to, čo sa udialo od jej objavu až po dnešok, chýba. Chýba preto, že ide o obdobie historicky mladé, ale aj preto, že sa doteraz nepodarilo zhromaždiť všetky fakty a údaje, ktoré takýto historický pohľad vyžaduje. Uplynulé výročie je teda pokračovaním cesty, ktorá vedie k odhaľovaniu všetkých skutočností, bez ktorých by história slovenských jaskýň nebola úplná a bez ktorých by ani uplynulých päťdesiat rokov Bystrianskej jaskyne nebolo možné objektívne spracovať.

Výročie objavu tzv. Novej jaskyne chce byť zároveň krokom, na ktorý možno v budúcnosti nadviazať, aby sa postupne doplnilo všetko, z čoho pozostáva história Bystrianskej jaskyne ako celku. V súčasnosti to chcela zachytiť aspoň výstava, ktorú z príležitosti tohto výročia inštalovalo Múzeum slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši, aby tak postupne vznikol komplexný pohľad na históriu toho, čo súčasník pozná pod názvom „Bystriansko-valaštianska jaskynná sústava".

ORGANIZÁCIA

SPRÁVA O ČINNOSTI MÚZEA SLOVENSKÉHO KRASU ZA OBDOBIE 5. 5RP

ALFONZ CHOVAN

Organizačné usporiadanie slovenského jaskyniarstva v posledných rokoch si vynútilo aj zmeny v organizačnej štruktúre Múzea slovenského krasu, ktoré sa 1. januára 1970 stalo súčasťou Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši, v rámci ktorej plní funkciu vedeckovýskumného a dokumentačného strediska pre otázky jaskýň a krasových útvarov na Slovensku. Okrem toho rieši aj odborné otázky vyplývajúce z prevádzky jaskýň a jej vplyvu na jaskynné prostredie.

Svoju činnosť vyvíja v súlade so schválenou koncepciou rozvoja slovenského jaskyniarstva na roky 1971 — 1985. V závislosti od postupného kádrového dobudovania rieši najnaliehavejšie krátkodobé, ale aj dlhodobé úlohy.

Vo vedeckovýskumnej činnosti sa v období rokov 1971 — 1975 zapojilo do riešenia štátnych, rezortných a ústavných úloh.

V rámci štátneho programu základného výskumu riešilo čiastkovú úlohu II-5-1/5 — Klasifikácia krasového reliéfu SSR z hľadiska výstavby sídel, poľnohospodárstva, dopravy a cestovného ruchu. Úloha bola skončená záverečnou oponentúrou.

Po pripomienkovaní záverečnej správy oponentská rada konštatovala, že úlohy a ciele práce boli splnené. Jej výsledky sa budú realizovať najmä v plánovacích inštitúciách.

V štátnom programe základného výskumu — hlavnej úlohy VI-3-8 Ochrana prírody a jej zložiek riešilo MSK od roku 1974 čiastkové úlohy VI-3-8/2, etapu d) — Výskum krasu a jaskýň v CHKO Veľká Fatra a čiastkovú úlohu VI-3-8/4, etapu c) — Výskum pohybu horninových vrstiev v porušených častiach jaskynných priestorov v jaskyni Slobody, Belianskej, Jasovskej, Važeckej jaskyni a v Domici a etapu d) — Výskum a meranie zmien teploty v horninovom plášti jaskýň Dobšinskej a Demänovskej ľadovej, so zreteľom na reguláciu ľadovej výzdoby.

Pre neuspokojivý stav riešenia čiastkových úloh pôvodným riešiteľom do roku 1974 nebolo reálne ich skončenie do konca piateho 5RP. Po zhodnotení dosiahnutých výsledkov, pokračuje MSK so súhlasom koordinátora v riešení týchto úloh aj v šiestom 5RP.

Pôvodne ako rezortnú úlohu zabezpečovalo MSK Sledovanie režimov ľadových jaskýň. Roku 1975 bola úloha rozdelená na dve čiastkové a preradená medzi ústavné úlohy.

Čiastková úloha — Sledovanie pohybu a zmien ľadových útvarov v ľadových jaskyniach — sa riešila v spolupráci s Katedrou banského meračstva a geofyziky Banskej fakulty VŠT v Košiciach. Aj pri riešení druhej čiastkovej úlohy — Sledovanie mikroklimatických a klimatických pomerov ľadových jaskýň — spolupracovalo MSK s BF VŠT v Košiciach, Hydrometeorologickým ústavom v Bratislave a s Geofyzikálnym ústavom SAV v Bratislave. Potreba spolupráce vyplývala predovšetkým zo skutočnosti, že MSK zatiaľ nedisponuje potrebným prístrojovým vybavením.

V Dobšinskej ľadovej jaskyni sa zabezpečovalo priebežné sledovanie teploty a relatívnej vlhkosti. V spolupráci s HMÚ sa zabezpečujú ambulantné merania, pri ktorých sa meria teplota, relatívna vlhkosť a prúdenie vzduchu.

Na základe zisteného stavu sa vypracoval plán vstupov a návštevnosti tak, aby sa neprekročil limit únosnej návštevnosti.

V Demänovskej ľadovej jaskyni sa merala teplota na piatich pozorovacích staničkách v jaskyni a v meteorologickej búdke pri jaskyni. V rámci možností sa merania robili denne. Výsledky sa pravidelne zasielali na vyhodnotenie Geofyzikálnemu ústavu SAV, odboru fyziky atmosféry.

Roku 1975 sa rozšírilo sledovanie mikroklimatických pomerov v Dobšinskej a Demänovskej ľadovej jaskyni za spolupráce BF VŠT Košice. Merala sa najmä bilancia prúdenia vzduchu v týchto jaskyniach. Okrem toho sa merala teplota, relatívna vlhkosť a barometrický tlak.

Keďže prevádzka ľadových jaskýň vyžaduje systematickú kontrolu, budú sa spomínané merania uskutočňovať aj počas 6. 5RP.

Vysunuté pracovisko MSK, speleolaboratórium pri Gombaseckej jaskyni, riešilo dlhodobú úlohu — Vznik a tvorba sintrových foriem vo vybraných jaskyniach Slovenského krasu. Štatisticky sa spracovali všetky experimentálne získané informácie do jednotlivých tabuliek vo vzťahu ku klimatickým podmienkam a momentálnym hydrologickým dejom. Zo štatistických informácií sa variáciou údajov vyvodili niektoré vzájomné vzťahy buď grafickým znázornením údajov, alebo pomocou výpočtov.

Na základe pozorovaní vo vybraných jaskyniach, prípadne na iných lokalitách, sa zostavila systematická klasifikácia sintrových útvarov, pričom sa vychádza z morfologických makroforiem, s prihliadnutím na genetický vývoj toho-ktorého typu.

Výsledky úlohy sú obsiahnuté v rozsiahlej záverečnej správe.

V rokoch 1971 — 1972 sa uskutočnil geomorfologický a speleologický výskum Čachtického krasu. Vypracovala sa geomorfologická mapa povrchu Čachtickej planiny. Priestory Čachtickej jaskyne sú spracované z geomorfologickej stránky s príslušnou fotodokumentáciou. Meračsky sa povrchové územie spracovalo v mapách povrchovej situácie 1 : 1000; jaskynné priestory v mape 1 : 500. Úloha sa skončila záverečnou správou tak, aby poslúžila ako podklad pre prípadné sprístupňovacie práce.

Podobne sa realizoval geomorfologický a speleologický prieskum Stanišovskej jaskyne, pričom vyhotovené podklady už plnia svoju funkciu na úrovni TP úseku Správy slovenských jaskýň, v rámci prípravných prác zameraných na sprístupnenie jaskyne pre verejnosť.

V poslednom roku 5. 5RP začalo MSK sledovať aj intenzitu recentných, geomorfologických procesov v krase. Dosiahnuté výsledky sú základom riešenia tejto problematiky v 6. 5RP.

Sústavná pozornosť sa venovala štúdiu historických materiálov z jaskýň. Stredobodom záujmu boli jaskyne, ktoré mali počas 5. 5RP významné výročia. Zozbierali sa a vyhodnotili materiály viažúce sa k výročiam objavenia jaskýň; k 90. výročiu Belianskej jaskyne, 50. výročiu Demänovskej jaskyne Slobody, 50. výročiu Važeckej jaskyne, 40. výročiu Harmaneckej jaskyne a k 20. výročiu Ochtinskej aragonitovej jaskyne.

Zozbierali a spracovali sa cenné dokumentačné materiály z tých jaskýň na Slovensku, ktoré sa využívali počas druhej svetovej vojny a SNP.

Spracovali sa aj dokumentačné materiály, ktoré sa viažu na rozvoj slovenského jaskyniarstva po roku 1945.

Začalo sa so základným spracovaním osobností a inštitúcií, ktorých činnosť sa viaže na speleologickú činnosť v krasových lokalitách Slovenska.

Dokumentačný archív jaskýň a krasových javov, ktorý je jednou z ústredných častí náplne práce MSK, sa doplnil rozsiahlym dokumentačným materiálom. Ide väčšinou o dvojrozmerný materiál, ktorého úlohou je bližšie charakterizovať krasový jav (správy, denníky, opisy, situačné údaje, plány, nákresy) a o fotografický a trojrozmerný materiál.

Dokumentačná a zberateľská činnosť sa usmerňovala podľa požiadaviek evidenčného listu krasových javov, ktorý bol roku 1972 prepracovaný a doplnený potrebnými údajmi.

Na tejto činnosti sa okrem zamestnancov MSK veľmi účinne podieľal aj široký okruh dobrovoľných spolupracovníkov združených v Slovenskej speleologickej spoločnosti.

Počas 5. 5RP vzrástol napr.:

fotoarchív MSK	o 3547 ks,
archív negatívov MSK	o 3502 ks,
archív diapozitívov MSK	o 1659 ks,
fonotéka MSK	o 20 ks,
knižnica MSK	o 2045 zväzkov.

V rámci samostatnej úlohy sa riešila dokumentácia a registrácia povrchových a podzemných krasových foriem Slovenského krasu. Do topografického podkladu boli vyznačené všetky doteraz známe jaskyne a priepasti Plešivskej planiny, Dolného vrchu a Jasovskej planiny. Samostatnú prílohu tvorí ich bližší opis.

Spoločnou a trvalou úlohou oblastných skupín Slovenskej speleologickej spoločnosti je revízia krasových javov a praktický speleologický prieskum. Oblastné skupiny pracovali na podklade požiadaviek MSK premietnutých do ročných plánov ich činnosti. Výsledkom tejto činnosti boli pravidelné hlásenia z jednotlivých akcií vo forme technických denníkov skupiny. Praktický speleologický

prieskum realizovaný oblastnými skupinami nepriniesol len významné objavy nových jaskýň a nových jaskynných priestorov v už známych jaskyniach, ale podstatne obohatil aj dokumentačný archív MSK.

Rozsiahle doplňovanie dokumentácie krasových javov si vyžiadalo dopracovať aj jednotný systém dokumentácie MSK. Po jeho oponovaní Muzeálnou radou MSK sa začala spracovávať fotografická dokumentácia — negatívy. Tie sa spracovali vo forme lístkového katalógu a všetky sú prehľadne uložené v jednotlivých obálkach s vyznačením všetkých dokumentačných náležitostí. Takisto sa začal spracovávať aj ostatný dvojrozmerný a trojrozmerný dokumentačný materiál.

Okrem už spomínaných meračských prác v Čachtickom krase a v Stanišovskej jaskyni pracovníci MSK meračsky spracovali Demänovskú ľadovú jaskyňu a vyhotovili základnú mapu jaskyne v troch listoch, v mierke 1 : 500. Vyhotovili aj mapu povrchovej situácie vstupného areálu jaskyne v dvoch listoch, v mierke 1 : 500. Meračské podklady sa použili pri rekonštrukcii jaskyne a úprave povrchových priestorov.

Podobným spôsobom sa rozpracovali meračské práce v Demänovskej jaskyni Slobody a v Jasovskej jaskyni.

Pracovníci MSK vyhotovili meračské podklady v súvislosti:

a) s určením hrúbky nadložia Jazierkovej siene vo Važeckej jaskyni;

b) vytýčením vodovodu z Čiernej dolinky pre potreby Demänovskej ľadovej jaskyne;

c) so zameraním povrchovej situácie v oblasti chodníka k Dobšinskej ľadovej jaskyni kvôli jeho rekonštrukcii.

Pomerne rozsiahla je aj ochranárska činnosť, v rámci ktorej MSK spolupracuje so SÚPSOP-om v Bratislave pri spracovávaní podkladov na vyhlásenie jaskýň za chránené prírodné výtvory.

V dôsledku častého poškodzovania a odlamovania jaskynnej výzdoby nezodpovednými návštevníkmi vypracovali pracovníci MSK návrh sadzobníka sintrovej výzdoby jaskýň na Slovensku. Sadzobník udáva hodnotu sintrovej výzdoby podľa jednotlivých morfologických foriem v Kčs na 1 gram váhy.

V rámci sústavnej starostlivosti o ľadové jaskyne sa zhodnotil stav vegetačného krytu nad Demänovskou ľadovou jaskyňou. Návrh posúdilo Geobotanické oddelenie Ústavu experimentálnej biológie SAV v Bratislave, ktoré ho odporúčalo na realizovanie.

Pre sústavné poškodzovanie a devastáciu pôdy pasením dobytka a ťažbou štrku v priestore areálu nad Važeckou jaskyňou zabezpečila sa delimitácia tohto územia z poľnohospodárskeho do lesného pôdneho fondu. Vyznačené ochranné územie nad jaskyňou sa zalesnilo a oplotilo.

Sústavne sa uskutočňujú kontroly dodržiavania ochranných opatrení na územiach chránených prírodných výtvorov všetkých sprístupnených jaskýň. V prípade zistených nedostatkov sa robia okamžité účinné opatrenia.

V spolupráci s členmi SSS a v súčinnosti s príslušnými miestnymi národnými výbormi sa zabezpečuje postupné uzatváranie nesprístupnených jaskýň.

Súčasťou ochranárskej činnosti MSK je aj účasť na rôznych komisionálnych

rokovaniach a pri vypracúvaní posudkov v prípade plánovaných technických zásahov do krasových území Slovenska.

V závislosti od možností a v súlade so súčasnými požiadavkami sa venovala pozornosť aj stálej expozícii MSK. Expozícia na geografickom základe pozostáva z dvoch hlavných častí, pričom sa počas 5. 5RP nezmenila. Sústavne sa však doplňovala a zlepšovala aj z výtvarnej stránky. V rámci prípravy na VI. medzinárodný speleologický kongres bola v expozícii prerobená mapa krasových javov, v oddelení paleolitu bola inštalovaná mapa pravekého osídlenia jaskýň. Okrem toho sa výtvarne preinštalovali niektoré vitrínky a vyinštalovali ručne písané nápisy.

Návštevnosť múzea mala v 5. 5RP stále stúpajúcu tendenciu. Účinným opatrením v tomto smere je skutočnosť, že vstupenky zo sprístupnených jaskýň na Slovensku umožňujú aj bezplatný vstup do expozície MSK. Výnimku v návštevnosti expozície tvorí rok 1973, pretože vtedy pre rekonštrukčné práce na budove MSK bola expozícia od 1. marca do 15. júna 1973 zatvorená, a tak nebola podchytená v celoročnom priemere najvyššia návštevnosť vyplývajúca zo školských akcií.

Prehľad návštevnosti:

rok 1971 — 14 137 návštevníkov,
1972 — 18 820 návštevníkov,
1973 — 16 206 návštevníkov,
1974 — 19 316 návštevníkov,
1975 — 20 600 návštevníkov.

V rámci rekonštrukčných prác sa na budove MSK upravili aj vstupné priestory múzea tak, aby sa v nich postupne vytvorili lepšie podmienky pre výstavy.

Treba poznamenať, že ani toto riešenie nie je definitívne a vyhovujúce, pretože materiál, ktorý sa zhromaždil v rámci výstavy si svojím obsahom a rozsahom zaslúži samostatnú výstavnú miestnosť.

V období 5. 5RP sa MSK zameralo na výstavy spojené s výročiami sprístupnených slovenských jaskýň a na výstavy, ktoré pružne reagovali na aktuálne celospoločenské dianie. Miestom vlastných alebo prevzatých výstav bola väčšinou budova MSK, ako aj sídla jednotlivých oblastných skupín Slovenskej speleologickej spoločnosti.

PREHĽAD VÝSTAVNEJ ČINNOSTI

Rok 1971 — vlastné výstavy:

1. Rozvoj jaskyniarstva v období budovania socializmu
2. 50. výročie objavenia Demänovskej jaskyne Slobody
3. Tematická výstava k 50. výročiu založenia KSČ
4. Tematická výstava zameraná k voľbám kandidátov NF do zastupiteľských zborov ČSSR.

Prevzatá výstava:

1. Výstava fotografií sovietskych výtvarníkov k výročiu mesiaca ZČSSP.

Rok 1972 — vlastné výstavy:
1. 50. výročie objavenia Važeckej jaskyne
2. 40. výročie objavenia Harmaneckej jaskyne.

Prevzatá výstava:
1. Výstava výskumných akcií v priepasti Brázda.

Rok 1973 — vlastné výstavy:
1. Expedícia Slovenskej speleologickej spoločnosti do krasových oblastí Bulharska
2. Výstava o činnosti Slovenskej speleologickej spoločnosti.

Prevzatá výstava:
1. Umelecká fotografia APN 1971.

Rok 1974 — vlastné výstavy:
1. Jaskyne v SNP

Využijúc možnosti dané zberom dokumentačných materiálov na tému Slovenské jaskyne v SNP, usporiadali aj niektoré oblastné skupiny SSS vo svojich sídlach osobitné čiastkové výstavy.

Oblastná skupina SSS v Spišskej Novej Vsi usporiadala v Novoveskej Hute výstavu Jaskyne Slovenského raja v SNP. Túto výstavu inštalovali počas Jaskyniarskeho týždňa SSS 1974 aj v Slatinke nad Bebravou.

Oblastná skupina SSS v Harmanci inštalovala v ZK ROH pri Harmaneckých papierňach výstavu Jaskyne v SNP a v súčasnosti.

Oblastná skupina SSS v Tisovci inštalovala vo vstupných priestoroch závodu PPS Tisovec výstavu Jaskyne Muránsko-Tisoveckého krasu v SNP.

V rámci Jaskyniarskeho týždňa SSS 1974 inštalovalo MSK v kultúrnom dome v Trenčianskych Tepliciach výstavu o činnosti Slovenskej speleologickej spoločnosti.

Prevzatá výstava:
1. Ochrana prírody ZSSR.

Rok 1975 — vlastné výstavy:
1. Slovenské jaskyne po oslobodení
2. 20 rokov Ochtinskej aragonitovej jaskyne
3. Ochrana jaskýň ako vzácnych prírodných výtvorov.

V porovnaní s predchádzajúcim obdobím vzrástla v 5. 5RP aj publikačná činnosť MSK.

Roku 1971 sa vyskladnil zborník Slovenský kras IX. Vyšiel aj tlačený Sprievodca po Múzeu slovenského krasu a 3 čísla Spravodaja Slovenskej speleologickej spoločnosti. Vyskladnila sa monografia R o d a — R a j m a n — K l i n c k o: Možnosti speleoklimatickej terapie v Gombaseckej jaskyni.

Roku 1972 vyšiel zborník Slovenský kras X a 4 čísla Spravodaja Slovenskej speleologickej spoločnosti.

Roku 1973 sa vyskladnil zborník Slovenský kras XI a 4 čísla Spravodaja slovenskej speleologickej spoločnosti. Pracovníci MSK spolupracovali aj pri vydaní Sprievodcov exkurzií VI. medzinárodného speleologického kongresu.

Roku 1974 vyšiel zborník Slovenský kras XII, ktorý má ako prílohu malý odborný rusko—slovenský, anglicko—slovenský, francúzsko—slovenský a nemec-

ko—slovenský speleologický slovník. Vydali sa aj 4 čísla Spravodaja slovenskej speleologickej spoločnosti zlepšenou tlačiarenskou technikou.

Roku 1975 sa vyskladnil zborník Slovenský kras XIII a 4 čísla Spravodaja slovenskej speleologickej spoločnosti. Vyskladnila sa aj monografia J. Jákala: Kras Silickej planiny.

Záujmová činnosť v múzeu sa väčšinou orientovala na spoluprácu so Slovenskou speleologickou spoločnosťou. S obnovením činnosti Slovenskej speleologickej spoločnosti postupne rástla členská základňa a s ňou aj počet oblastných skupín, ktorý do roku 1975 vzrástol na 32.

Popri koordinácii celkovej činnosti SSS zabezpečovalo MSK a požičiavalo dobrovoľným jaskyniarom potrebnú výstroj, materiálno-technické vybavenie a príslušné pomôcky.

Správy o činnosti a akciách Slovenskej speleologickej spoločnosti sa pravidelne publikovali v zborníku Slovenský kras, preto ich nekomentujeme.

Rozsiahla bola aj kultúrno-výchovná činnosť MSK v jeho stálej expozícii a mimo múzea. Pozostávala z besied, prednášok a organizovania rozličných akcií.

Jej ťažiskom mimo múzea boli jaskyniarske týždne SSS. Hlavným cieľom týchto podujatí bolo poznávanie krasových oblastí Slovenska a zvyšovanie odbornej úrovne členskej základne SSS. Zamerané boli zväčša na propagáciu slovenského jaskyniarstva, prezentáciu výsledkov jeho činnosti, ako aj odborných otázok speleológie na verejnosti.

V rámci tejto činnosti vykonali odborní pracovníci MSK a členovia SSS množstvo prednášok a besied.

Roku 1971 bol Jaskyniarsky týždeň v Belianskych Tatrách; roku 1972 v Slovenskom krase pri Gombaseckej jaskyni. Roku 1973 sa Jaskyniarsky týždeň neorganizoval, pretože sa venovala zvýšená pozornosť organizačným prípravám a samej realizácii VI. medzinárodného speleologického kongresu. Osobitným podujatím bol speleologický tábor pri Gombaseckej jaskyni, ktorý zorganizovali pracovníci MSK v spolupráci s členmi SSS.

Ťažisko kongresových exkurzií bolo na Slovensku. Ich účastníci navštívili aj MSK, ktorému sa dostalo pri týchto návštevách niekoľko cenných uznaní. Je to hodnotný prínos k reprezentácii MSK a slovenského jaskyniarstva pred svetom popri ďalších prínosoch, ako je nadviazanie kontaktov, obohatenie dokumentačného archívu, knižnice zahraničnou literatúrou, výmena skúseností a pod.

Šiestym medzinárodným speleologickým kongresom sa neprestalo v organizovaní jaskyniarskych týždňov. Roku 1974 bol Jaskyniarsky týždeň v Slatinke nad Bebravou a roku 1975 v Borinke v Malých Karpatoch.

Okrem odborných otázok, ktoré tvorili hlavnú náplň jaskyniarskych týždňov, boli ich súčasťou aj spoločenské otázky spojené so vzájomnou výmenou skúseností.

Súčasne so zabezpečovaním uvedenej činnosti sa riešili aj otázky pracovných priestorov a personálneho budovania múzea. Do roku 1973 bola otázka pracovných priestorov veľmi kritická, pretože v budove múzea je umiestený okresný archív a archív súdu a sídlila v nej aj Správa slovenských jaskýň. Odsťahovaním

Správy slovenských jaskýň do inej budovy sa situácia čiastočne zlepšila. Na rekonštrukciu budovy MSK roku 1973 plynule nadväzovali ďalšie stavebné úpravy. Vybudovala sa fotokomora, miestnosť pre fotoarchív, pracovne sa doplnili potrebným nábytkom tak, aby čiastočne plnili funkciu depozitára. V suteréne sa zriadil sklad jaskyniarskej výstroje, dielňa na zhotovovanie jednoduchých jaskyniarskych pomôcok a vyčlenil sa samostatný priestor, v ktorom je prehľadne uložený trojrozmerný zbierkový fond speleologického a geologického charakteru.

Urobili sa prípravné práce na zriadenie študovne a priestoru s perspektívnou možnosťou využiť audiovizuálne pomôcky.

Keďže sa ani do konca 5. 5RP neuvoľnili priestory MSK, v ktorých je umiestený okresný archív a archív súdu, s porozumením začala potreby múzea riešiť Správa slovenských jaskýň s tým, že po menších stavebných úpravách vyčlení roku 1976 pre MSK časť priestorov vo svojom objekte. Predpoklad je, že sa aspoň čiastočne vyrieši zdĺhavý problém laboratórií a konzervátorskej dielne. Vytvoria sa aj podmienky pre vhodnejšie a bezpečnejšie uloženie archeologického materiálu, predovšetkým však pre vhodnejšie usporiadanie stále sa rozširujúceho knižničného fondu MSK.

Kvantita a kvalita plnených úloh veľmi úzko súvisela s postupným personálnym budovaním múzea. Správa slovenských jaskýň sa usilovala v rámci svojich možností riešiť aj tento veľmi citlivý problém, dôkazom čoho je aj tento stručný prehľad narastania počtu pracovníkov v jednotlivých rokoch 5. 5RP.

Rok	Stav pracovníkov prepočítaný na plne zamestnaných	Z toho odborných	Z toho so vzdelaním		
			zákl.	stred.	vys.
1971	13,5	8	1	7	5,5
1972	17,5	13,5	1	10	6,5
1973	20,5	13,5	2	12	6,5
1974	20,5	14	2	11	7,5
1975	22,5	17,5	4	11	7,5

Treba poznamenať, že ani tento pozitívny rast stavu pracovníkov MSK nie je v súlade s koncepciou rozvoja slovenského jaskyniarstva do roku 1985, ktorú schválilo kolégium MK SSR. A práve preto nedisponuje MSK napr. biológom, archeológom a ďalšími špecialistami, ktorí mu pri plnení úloh citeľne chýbajú. Komplexné zabezpečovanie výskumu a prieskumu skoro 3000 km² krasu na území Slovenska potrebu personálneho dobudovania MSK naliehavo nastoľuje.

Predložená správa nie je podrobným hodnotením činnosti MSK za obdobie 5. 5RP. Len v hrubých črtách informuje o okruhu riešených úloh, čím aspoň čiastočne zapĺňa medzeru, ktorá v tomto smere v zborníku Slovenský kras vznikla.

SPRÁVA O ČINNOSTI SLOVENSKEJ SPELEOLOGICKEJ SPOLOČNOSTI ZA ROK 1975

MARCEL LALKOVIČ

1. ÚVOD

Činnosť Slovenskej speleologickej spoločnosti roku 1975 nadväzovala na výsledky a úspechy, ktoré jaskyniari-amatéri vo svojej práci dosahovali vďaka možnostiam, ktoré im poskytuje naša socialistická spoločnosť. Aj rok 1975 priniesol množstvo pozitívnych výsledkov v celkovom vývoji SSS, preto možno povedať, že členovia SSS správne chápu ciele a poslanie tejto dobrovoľnej spoločenskej organizácie, čo sa kladne prejavilo aj pri plnení tých úloh, ktoré pracovníci MSK v spolupráci so SSS zabezpečovali.

Činnosť SSS sa zamerala na úlohy praktického speleologického prieskumu a jej výsledkom bolo dokonalejšie spoznanie krasových území a lokalít, čo sa kladne odzrkadlilo v zlepšenom dokumentačnom prístupe a celkovom obohatení múzejných fondov MSK.

Rok 1975 bol rokom 30. výročia oslobodenia našej vlasti Sovietskou armádou. Aj jaskyniari združení v SSS nezabúdali na obdobie, v ktorom sa rodila naša sloboda, a usporiadali niekoľko podujatí zameraných na počesť tohto výročia a uctenie pamiatky našich osloboditeľov. Počas Jaskyniarskeho týždňa SSS, v dňoch 12. — 20. júla 1975, ktorý sa konal v Borinskom krase na počesť 30. výročia oslobodenia ČSSR Sovietskou armádou, uctili si pamiatku hrdinov položením vencov na Slavíne. Aj keď v neveľkom rozsahu, zapojili sa do súťaže vypísanej na záver roku 1974 MSK, cieľom ktorej bolo zozbierať dokumentačný materiál na doplnenie novodobej histórie a ktorý slúžil na účely výstavy Slovenské jaskyne po oslobodení. Výstavu inštalovalo MSK v máji 1975.

Činnosť oblastných skupín vychádzala z plánov činnosti oblastných skupín a úloh, ktoré boli pre SSS zakotvené v pláne hlavných úloh Múzea slovenského krasu na rok 1975, ako aj z plánu činnosti predsedníctva, ktoré prácu Spoločnosti usmerňovalo. Múzeum slovenského krasu túto činnosť finančne a materiálne podľa svojich možností podporovalo a postupne vytváralo podmienky pre ďalší rozvoj tejto dobrovoľnej spoločenskej speleologickej organizácie.

Obr. 1. Zasadnutie predsedníctva Slovenskej speleologickej spoločnosti, december 1975. Foto M. Eliáš, archív MSK

2. ČINNOSŤ PREDSEDNÍCTVA SSS

Činnosť predsedníctva vychádzala z plánu práce na rok 1975, podľa ktorého sa uskutočnili tri riadne zasadnutia predsedníctva. Všetky zasadnutia sa uskutočnili v Liptovskom Mikuláši v budove MSK.

Na svojom prvom zasadnutí predsedníctvo prerokovalo správu o činnosti SSS za rok 1974, ďalej politicko-organizačné opatrenia JT — SSS — 1975 i jeho tematické zameranie a schválilo program tohto tradičného jaskyniarskeho podujatia. V zmysle pokynu MSK vymenovalo komisiu na vypracovanie koncepcie rozvoja SSS v období 6. 5RP a súčasne určilo zásady na vypracovanie uvedenej koncepcie. Schválilo nové oblastné skupiny so sídlom v Chtelnici a Plaveckom Podhradí, nových členov a riešilo ďalšie organizačné otázky.

Na druhom zasadnutí predsedníctvo prerokovalo pripravenosť Jaskyniarskeho týždňa SSS 1975, zamietlo účasť SSS v programe Človek a slovenský kras, prerokovalo otázku neaktívnych skupín a vzalo na vedomie predbežnú správu o priebehu expedície Aquaspael India 1975. Vytvorilo novú oblastnú skupinu so sídlom v Trenčíne. Schválilo prihlášky členov do SSS a prerokovalo rôzne organizačné otázky, ktoré vyplynuli z činnosti Spoločnosti od posledného zasadnutia predsedníctva.

Na svojom treťom zasadnutí predsedníctvo hodnotilo priebeh a úroveň

JT — SSS — 1975 Borinka. Vzalo na vedomie vykonanú inventarizáciu materiálu a výstroja SSS. Prerokovalo otázku usporiadania Jaskyniarskeho týždňa SSS a jeho termín stanovilo tak, aby na toto podujatie nadväzovalo Valné zhromaždenie Spoločnosti. Prerokovalo zásady bežného účtu SSS. Schválilo prihlášky do radov SSS a zaoberalo sa prípravou Valného zhromaždenia SSS, na ktoré menovalo prípravný výbor a prerokovalo ďalšie organizačné otázky.

3. ČINNOSŤ OBLASTNÝCH SKUPÍN

Oblastná skupina č. 1 — Košice-Jasov

Aj roku 1975 pokračovala skupina v prieskume a vyhľadávaní krasových lokalít v okolí Jasova v Slovenskom krase. Celý rok pracovala na lokalite Teplice 2 — horné pracovisko pod Hajagošom, kde podľa zaužívaných zvyklostí usporiadala letné pracovné sústredenie svojich členov, ktoré trvalo 9 dní. Tu pokračovala v prácach na rozširovaní vertikálnej pukliny, kde za pomoci vŕtacích prác a trhavín podľa predbežného merania dosiahla hĺbku 80 m. Na pracovisku Teplica 1 — Gajdova štôlňa skupina uskutočnila pozorovanie stavu vodnej hladiny a zmapovala časť jaskyne. V Jasovskej jaskyni aj ďalej hľadala prechod z jaskyne do Kamennej pivnice, kde pre veľmi vysoký stav vody musela prieskumné práce prerušiť. Skupina pracovala aj v oblasti Jedálne Jasovskej jaskyne, kde preskúmala ďalší vertikálny úsek. Členovia skupiny zamerali svoje úsilie aj na prieskum krasových javov na SZ od Košíc a pokračovali v predbežnom prieskume v oblasti Kojšova, Folkmáru a Šivca. Počas roku usporiadali členovia skupiny niekoľko prednášok so speleologickou tematikou na tému ochrany krasovej prírody; uskutočnili besedu s účastníkmi letného speleologického tábora v Červených vrchoch a pre jaskyniarov-čakateľov usporiadali odbornú prednášku.

Oblastná skupina č. 2 — Spišská Nová Ves

V súlade s plánom činnosti a požiadavkami MSK oblastná skupina pracovala na prieskume a evidencii krasových javov na území Slovenského raja a zúčastnila sa na publikačnej a osvetovej činnosti SSS. Prieskum krasových javov skupina prakticky sústredila na prieskum a dokumentáciu Stratenskej jaskyne, v nej preskúmala a zdokumentovala približne 2 km jaskynných chodieb. Objavila Meandrový dóm, Májovú, Studňovú, Drôtikovú a Júnovú chodbu, Chodbu reprezentantov, Sintrový a Studňový dóm a niekoľko menších chodieb. Roku 1975 prebiehali v Stratenskej jaskyni aj meračské práce, výsledkom ktorých bolo zameranie hlavného polygónového ťahu teodolitom. Z bezpečnostných dôvodov skupina nainštalovala na exponovaných miestach 40 m pevných železných rebríkov. V spolupráci s Krajskou vodohospodárskou správou v Košiciach urobila v jaskyni farbiaci pokus a odobrala vzorky jaskynných štrkov. Na základe ich spracovania a zhodnotenia dokázala, že Stratenská jaskyňa a Dobšinská ľadová jaskyňa boli spojené prirodzenou cestou. V úsilí vyriešiť druhý vchod, vykonala

skupina niekoľko povrchových prieskumných akcií, na základe ktorých sa uskutočnil geofyzikálny prieskum medzi Dobšinskou ľadovou jaskyňou a miestom predpokladaného pokračovania Stratenskej jaskyne.

V rámci revízie a evidencie krasových javov Slovenského raja skupina zdokumentovala jaskyňu Nad košiarom. V Tomášovskej jaskyni, v Diere jazvecov a Michalovej diere vyhotovila dokumentáciu. V spolupráci s oblastnými skupinami Spišská Belá a Ružomberok zdokumentovali členovia skupiny jaskyňu Javorinka vo Vysokých Tatrách. Počas skupinového Jaskyniarskeho týždňa sa členovia skupiny zamerali na práce v Stratenskej jaskyni a na tie, ktoré súviseli s geofyzikálnym prieskumom. Usporiadali navyše akciu s cieľom oboznámiť sa so základmi horolezeckej techniky, zúčastnili sa Jaskyniarskeho týždňa SSS 1975, kde zabezpečili program pre účastníkov JT, ktorých informovali o výsledkoch prieskumu v Stratenskej jaskyni a v jaskyni Javorinka. V júli členovia skupiny uskutočnili 10-dňovú exkurziu do krasových oblastí Rumunska, navštívili krasové oblasti Padurea Crainlui a Muntii Bihor. Svojimi prácami prispievali do rôznych časopisov a denníkov. Verejnosť Spišskej Novej Vsi oboznamovali so svojou činnosťou pravidelným vymieňaním materiálov v propagačnej skrinke zo života a práce skupiny.

Oblastná skupina č. 3 — Rožňava

Činnosť oblastnej skupiny sa zamerala na doplnenie registra krasových javov, na otázky aplikovaného speleologického prieskumu v zmysle požiadaviek IGHP, n. p., Žilina v oblasti krasových vyvieračiek Gyepů pri Brzotíne a Hučiaca pri Kunovej Teplici. Skončila prieskum vertikálnych priestorov v Krásnohorskej jaskyni a skompletizovanie dokumentácie jaskyne. Zameriavala sa na ochranu krasových javov, najmä zabezpečenie a uzavretie prechodu do Archeologického dómu v Silickej ľadnici, v spolupráci s CHKO Slovenský kras a na obnovenie prieskumu v hornej časti Zádielskej doliny. Pri plnení týchto úloh skupina dosiahla nasledovné výsledky: na planinách Slovenského krasu uskutočnila zostup do priepasti Zvonivá diera, Diviačia priepasť, do priepasti Borovica, Čertova diera a priepasti na Drieňovom vrchu. Tieto akcie boli spojené s vyhotovovaním fotodokumentácie, ako aj s meračskými prácami. V spolupráci s IGHP, n. p., Žilina skupina vypracovala projekt geologicko-prieskumných prác na riešenie prístupnosti a hydrologicko-speleologického prieskumu vyvieračky Gyepů pri Brzotíne a Hučiaca pri Kunovej Teplici. Skončila prieskum vertikálnych priestorov v Krásnohorskej jaskyni a skompletizovala súbor dokumentácie celej jaskyne. Pre nových členov skupiny a čakateľov usporiadala základný speleologický a speleoalpinistický výcvik v priepastiach Veľká Žomboj a Malá Bikfa. Niekoľko členov oblastnej skupiny podniklo 14-dňovú expedíciu do turistického centra Východných Karpát — Lacu Rosu v centrálnej časti Rumunska. Výpravu zorganizovali pri príležitosti medzinárodného roku ochrany jaskýň. Jej cieľom bolo spoznať kras Rumunska.

Členovia oblastnej skupiny zorganizovali aj prednášky o jaskyni Optimičeskaja vo Ľvovskej oblasti ZSSR, o niektorých miestach Kaukazu na území ZSSR

a Iránu a pripravili dve výstavy o činnosti skupiny v sále MsNV v Rožňave a v priestoroch VŠT v Košiciach.

Oblastná skupina č. 4 — Spišská Belá

Pracovná činnosť skupiny bola rozdelená na tieto pracoviská: Javorina, Litmanová a Mengusovce. V oblasti Javoriny v zimných mesiacoch vykonávala prieskum v jaskyni Javorinka, v ktorej zamerala hlavný ťah dlhý 1500 m. Objavila novú chodbu od Prvého vodopádu k Vstupnej priepasti dlhú okolo 400 m. V oblasti posledného sifónu objavila ďalšie pokračovanie hlavného ťahu v dĺžke asi 300 m. Pri meračských prácach spolupracovala s oblastnými skupinami v Spišskej Novej Vsi a Ružomberku. Na uvedenej lokalite vykonávala skupina geologické, morfologické a klimatické pozorovania a z lokality vyhotovila potrebnú fotodokumentáciu. Pri povrchovom prieskume Javorovej doliny, Svišťovej doliny, Širokej doliny a Kolovej doliny lokalizovala niektoré jaskyne, vyvieračky, ponory a krasové jamy; v uvedených dolinách uskutočnila geologické a tektonické mapovanie. Na lokalite Litmanová prehĺbili členovia skupiny sondu, ktorú vydrevili a lokalitu zamerali. Na lokalite Mengusovce prehĺbili sondu, vo vstupnej šachte urobili kompletnú výdrevu, zhotovili a upevnili bezpečnostný uzáver.

Roku 1975 vykonali súpis a lokalizáciu doteraz všetkých známych jaskýň v oblasti Belianskych Tatier, Vysokých Tatier a Pienín. Ako každý rok aj roku 1975 sa členovia skupiny zúčastnili na prvomájovom sprievode, v ktorom reprezentovali oblastnú skupinu a Slovenskú speleologickú spoločnosť.

Oblastná skupina č. 5 — Gemer-Licince

Táto oblastná skupina správu o činnosti za rok 1975 nepredložila.

Oblastná skupina č. 6 — Tisovec

Činnosť skupiny sa zamerala na zdokumentovanie jaskýň Bobačka a Michňová. Napriek ťažkostiam, ktoré sa v priebehu roka 1975 v oblastnej skupine vyskytli, dokončilo sa zameranie jaskyne Michňová. Členovia skupiny pracovali na sondovacích prácach v ponore Daxner a v jaskyni č. 2 Hradová. Tu odpracovali 6 akcií a pokračovali v prácach z rokov 1952 — 1953, ktoré neboli dokončené. Objav nových častí vo vyvieračke Teplica ostal nevyužitý, pretože potápači nezamerali objavené chodby a razenie povrchovej sondy naslepo sa ukázalo neefektívne. Tým, že vodohospodári uzavreli vyvieračku Teplica, stala sa pre jaskyniarov suchou cestou nedostupná. Členovia skupiny venovali niekoľko akcií aj oprave chaty na Suchých Doloch, pracovali aj v oblasti Zadného Vohanu a v jaskyni Bobačka.

Oblastná skupina č. 7 — Brezno

Z plánu práce vyplýva, že členovia oblastnej skupiny chceli pokračovať v sondovacích a prieskumných prácach na lokalite Stračaník, v jaskyniach pod Kalvá-

riou v Jasení, v Poľovníckej diere nad Starou jaskyňou na Bystrej a v Udierach vo Valačiansko-bystrianskom krase, ako aj v Kešeľovej diere pod Kráľovou hoľou. Správu o činnosti však táto skupina nepredložila.

Oblastná skupina č. 8 — Východná

Skupina mala pracovať podľa plánu práce vo Visutej jaskyni, v prieskume a dokumentácii krasových jaskýň v okolí Suchého Hrádku severne od Pribyliny, na dokumentácii krasových javov v rajóne oblastnej skupiny a na hydrologických meraniach a výskume denudácie krasu v oblasti povodia Belanky a Hybice, lenže správu o činnosti za rok 1975 nepredložila.

Oblastná skupina č. 9 — Liptovský Mikuláš

Oblastná skupina zamerala svoju činnosť na oblasť Jánskej a Demänovskej doliny. V Demänovskej doline vykonala povrchový prieskum územia medzi dolinkou Vyvieranie a Ľadovou jaskyňou, pričom objavila novú jaskyňu pod Oknom, ktorú zamerala a zdokumentovala. Ďalej vyhotovila dokumentáciu krasových útvarov doliny Vyšný Blatník a dolinky Skočacie. V Jaskynnom systéme Pustá na základe predbežného prieskumu zamerala chodbu Trosiek, Hlinený dóm, Gotický dóm a Chodbu pod priepasťou. Tu objavila približne 250 m nových priestorov, ktoré zamerala a pripojila hlavný polygónový ťah. V Demänovskej doline vyhotovila navyše kompletnú fotodokumentáciu jaskyne Okno.

Na pracoviskách Jánskej doliny pracovali členovia skupiny v dolinke pod Slemenom oproti dolinke Hlbokô, kde odkryli otvor do predpokladanej jaskyne. S cieľom znížiť hladinu vody v jaskyni Trosiek začali uvoľňovať vyvieračku pod Skopovým. Po jej úplnom uvoľnení narazili na rozrušenú vápencovo-dolomitickú stenu, z ktorej vytekala voda pod tlakom. Pracovisko pripravili na ďalšie pozorovanie. V dolinke oproti jaskyni Zlomísk začali kopať sondu a v doline Šuštiačka otvorili vchod do jaskyne, ktorú objavili roku 1949. Okrem toho členovia skupiny pracovali aj v novej Stanišovskej jaskyni. V jaskyni Zlomísk sa im práca nedarila, pretože prístup do jaskyne je ťažký a pri nepriaznivom počasí niektoré priestory zaplavuje voda. Pri dlhodobom pobyte jaskyňu zamerali. Členovia skupiny pracovali navyše v sonde Tierťaž, v jaskyni Zimná, Sokolová a Stará Poľana.

Oblastná skupina č. 10 — Liptovský Trnovec

Hlavnou činnosťou skupiny bola výstavba útulne na Omáleníku. Okrem tejto činnosti sa členovia skupiny venovali prieskumu dvoch objavených jaskýň a ich okolia. Pri hľadaní Matiašovského závalu narazili na prepadlisko s viacerými puklinami. Počas roku navštívili jaskyňu Medvedia a jaskyňu Biela; kontrolovali stav týchto jaskýň. V priebehu roka uskutočnili dve členské schôdze, na ktorých prerokovávali otázky súvisiace s výstavbou útulne. Vo veľkom počte sa zúčastnili na brigáde v miestnom JRD, za čo získali finančné prostriedky na svoju činnosť.

Oblastná skupina č. 11 — Dolný Kubín

Skupina začala pracovať v ponore Studeného potoka, kde čiastočne vyčistila vstupný otvor, avšak pre množstvo ľadu v ňom v práci nepokračovala. V Brestovskej jaskyni preskúmala oblasť Komína v suchej chodbe. V jaskyni v Kope pri Kraľovanoch postúpili členovia skupiny o 15 m. V rámci revízneho prieskumu preskúmali priepastnú jaskyňu v Heliáši pri Malatinej a jaskyňu V jazvinách pod Chočom. Nadviazali na práce v jaskyni č. 7 v Kope, kde začali spracúvať dokumentáciu jaskyne a celkove postúpili asi 70 m. Dokončili vyčistenie vstupného kanála do podzemia ponornej jaskyne Studeného potoka, kde objavili otvor, ktorým sa prepadajú vody do hĺbky. Začali s vyčisťovacími prácami, pri nich postúpili 25 m. Okrem toho navštívili jaskyňu Stredná v Sokole kvôli ďalšiemu prieskumu, pretože časť jaskyne sa dôsledkom trhacích prác zničila.

Oblastná skupina č. 12 — Ružomberok

Speleologická činnosť skupiny sa rozvíjala v súlade s plánom činnosti, ktorý sa operatívne menil. V Liskovskej jaskyni skupina zamerala asi 400 m chodieb a zdokumentovala všetky lokality, ktoré ostávali v spádovej oblasti Ružomberka nedokončené. Niekoľkí členovia skupiny pri pobyte na Východnom Slovensku zdokumentovali jaskyne Vyšná Hurka č. 1 a č. 2 pri Beňatinej, Veľká a Malá Artajama pri Brekove, priepasť pod Hajagošom, Lipoveckú a Kavečanskú jaskyňu. V Prosieckej doline po šiestich rokoch sondovania skupina prenikla konečne do voľných priestorov, zatiaľ avšak menšieho rozsahu.

V Červených vrchoch v spolupráci so skupinami v Rimavskej Sobote a Zvolene usporiadali týždňový tábor, počas ktorého preskúmali a zdokumentovali Ľadovú priepasť a objavili niekoľko menších jaskýň v závrtoch na Kresanici. V rámci exkurznej činnosti sa členovia skupiny podieľali na organizácii a usporiadaní zostupu do Veľkej Bikfy, do jaskyne Istvánlápa a zameraní priepasti Banyán v Maďarsku a v Poľsku na prechode jaskyňou Czarna. Členovia skupiny publikovali výsledky svojej činnosti v Geografickom časopise, Slovenskom krase, Spravodaji a Krásach Slovenska. Usporiadali dve prednášky v Bratislave a Prešove s krasovou tematikou a viedli jednu exkurziu po Slovenskom krase.

Oblastná skupina č. 13 — Slovenská Lupča

Členovia skupiny roku 1975 pre malú členskú základňu nevyvíjali aktívnu činnosť. Pri zrevidovaní celej svojej práce dospeli k názoru, že ju musia oživiť. Preto správu o činnosti za rok 1975 skupina nepredložila.

Oblastná skupina č. 14 — Zvolen

Činnosť tejto skupiny sa sústredila do jaskyne Záskočie v Jánskej doline; v nej sa odčerpaním a prekopaním podarilo definitívne prekonať 30 m dlhé Vangerove sifóny. Tým prenikli členovia skupiny až do Perlového dómu k hladine Mŕtveho

jazera, ktoré je zakončené ďalším sifónom. Hĺbka jaskyne sa takto zväčšila na 271 m. Počas intenzívneho prieskumu a dokumentácie jaskyne Záskočie skupina inštalovala fixné rebríky do priepasti, takže je jaskyňa od vchodu až po piaty sifón turistom sprístupnená. Preskúmala 750 m dlhú bočnú vetvu v piatom sifóne, kde objavila 70 m hlbokú Monzúnovú šachtu, prítokovú chodbu Piedi umidi a vystúpila do Krištálového dómu vo výške 170 m nad piatym sifónom. V prítokovej chodbe nad Gigantickým dómom objavila chodby ležiace vo výške až 100 m nad vchodom. Zameraním nových objavov celkove vzrástla dĺžka jaskyne na 3580 m. Navyše členovia skupiny robili mikroklimatické merania štyrikrát ročne na 28 stanovištiach po celej jaskyni.

V spolupráci so skupinou v Ružomberku pripravila exkurziu do priepasti Veľká Bikfa, na ktorej sa zúčastnilo 20 členov zo 6 oblastných skupín SSS. Výsledky svojej činnosti publikovala v dennej tlači, odborné príspevky v Spravodaji SSS a zborníku Slovenský kras. Na popularizáciu speleológie skupina usporiadala výstavu Za svetlom karbidky, ktorú navštívilo 952 návštevníkov.

Oblastná skupina č. 15 — Harmanec

Členovia oblastnej skupiny sa zamerali na súpis všetkých krasových javov vo svojej oblasti a zhotovili dokumentáciu Netopierskej jaskyne, priepasti Žajdlíkov hostinec, Krpcovskej jaskyne a jaskyne Na terase. V rámci prieskumných prác v ponorovej jaskyni na Môcach členovia skupiny pracovali na odrazení ponorového potoka pred jaskyňou, kde po prekopaní uložili do zeme železnú rúru na odvedenie vody spred ponoru. Z uvedenej lokality vyhotovili fotodokumentáciu a v rámci povrchového prieskumu rozšírili otvor do Židovej jaskyne. V Sásovskom krase vykonali povrchový prieskum a objavili v ňom dve menšie jaskyne, vykonali mapovanie a fotodokumentáciu priepasti Žajdlíkov hostinec a Netopierskej jaskyne. V Harmaneckom krase sa zamerali na sprístupnené časti jaskyne Izbica a okolie a zhotovili fotodokumentáciu Červenej priepasti. Pri povrchovom prieskume pod vrchom Vápenica objavili priepasť; prenikli v nej do hĺbky 35 m. Na propagáciu slovenských jaskýň usporiadali prednášku o slovenských jaskyniach spojenú s premietaním diapozitívov pre turistický oddiel v ZDŠ na Mládežníckej ulici v Banskej Bystrici. Pre školy v Banskej Bystrici pripravili výstavu o slovenských jaskyniach, zorganizovali prednášky o slovenských jaskyniach a o ich význame počas SNP.

Mimo svojej pracovnej oblasti zúčastnili sa na rôznych akciách, kde v spolupráci s oblastnými skupinami v Čachticiach a Trenčíne zostúpili na dno priepasti Wielka Litworova v Poľsku. Na pozvanie navštívili Stratenskú jaskyňu a zúčastnili sa na Jaskyniarskom týždni.

Oblastná skupina č. 16 — Terchová

Táto oblastná skupina nepredložila správu o činnosti za rok 1975. Počas roku skupina prestala prakticky vyvíjať činnosť v dôsledku malej členskej základne.

Oblastná skupina č. 17 — Dubnica nad Váhom

Činnosť tejto skupiny sa v podstatnej miere zameriavala na oblasť Mojtína. V Mojtínskej priepastnej jaskyni objavila a preskúmala okolo 100 m nových priestorov, pracovala na rozširovaní zúžených chodieb, vyhotovila fotodokumentáciu týchto priestorov. V jaskyni na Rúbani rozširovala zúžené miesta pred Priepastkou a pod Kaplnkou, zhotovila výdrevu a vyčistila sutový komín pod Zástavkou. V jaskyni v Jancovej skale a vo Výverovej jaskyni v Záreze vykonala mapovanie jaskyne a fotodokumentáciu vchodu. Vyčistila sondu nad vyvieračkou a vykonala čiastočnú rekognoskáciu terénu predpokladanej zbernej oblasti vyvieračiek v Radotinej pri Ritke.

Okrem oblasti Mojtína vyhotovila v Partizánskej jaskyni na Strážove fotodokumentáciu a robila mapovacie práce. Na Predhorí v jaskyni Babirátka vykonala skupina mapovanie jaskyne a urobila prieskum jaskyne v Šivarine a najbližšieho okolia.

Oblastná skupina č. 18 — Trenčianske Teplice

Oblastná skupina nepredložila správu o činnosti za rok 1975, ale z technických denníkov vyplýva, že členovia skupiny pracovali v krasovej jame Janovčie, ktorú rozširovali a postupne čistili od nánosov. V jaskyni Jeleň pracovali na vyvážaní materiálu, zasintrovaných balvanov a sute. Okrem uvedených prác robili aj revízne vychádzky po Teplickom krase.

Oblastná skupina č. 19 — Dolné Orešany

Činnosť skupiny sa sústredila na lokalitu Javorník — jaskyňu Sová. Členovia skupiny tu vyčistili vstupnú chodbu a postúpili o 11 m. Zamerali chodbu, vyhotovili fotodokumentáciu vo vnútri a na povrchu. Počas kontroly krasových javov vo svojom rajóne skupina zamerala jaskyne Sová 1 a Sová 2 a jaskyňu na Veterlíne-Malá skala. Jaskyňu na Havranici nad Smolenickým zámkom nezdokumentovali, pretože vchod tejto lokality je v súčasnosti zatarasený. Výsledky svojej práce členovia skupiny propagovali na propagačnej tabuli oblastnej skupiny, ktorá je umiestená na námestí v Dolných Orešanoch.

Oblastná skupina č. 20 — Bratislava

Skupina správu o činnosti za rok 1975 nepredložila, no členovia skupiny v plnom rozsahu zabezpečovali a pripravovali Jaskyniarsky týždeň SSS 1975, ktorý sa uskutočnil v dňoch 12. 7. — 20. 7. 1975 v Borinskom krase pri chatovej oblasti Košarisko.

Oblastná skupina č. 21 — Uhrovec

Oblastná skupina zorganizovala počas roka 30 podujatí, z ktorých 23 bolo pracovných. Zamerané boli na čistenie jaskyne Melková a na stavbu sociál-

no-prevádzkového zariadenia pri tejto jaskyni, pretože práca v jaskyni je veľmi náročná. Ostatné akcie mali kultúrno-vzdelávací a turistický charakter. Niekoľko členov sa zúčastnilo na Jaskyniarskom týždni. Činnosť skupiny bola dokumentovaná formou fotografickej dokumentácie.

Oblastná skupina č. 22 — Čachtice

Skupina pracovala na troch úsekoch. Na kóte Landrovec SZ od obce Zemianske Podhradie členovia skupiny očistili závrt a prenikli do hĺbky 18 m. Dostali sa tak k suťovisku s prvými príznakmi sintrových nátekov. V závrte nad ľadovým prameňom sa zamerali na sondovacie práce s cieľom nadviazať spojenie s priestormi za jazerom v občasnej vyvieračke. Keďže narazili na skalný masív museli práce na pracovisku prerušiť. V závrte nad Špringerovými jamami obnovili výdrevu a začali so sondovaním. V hĺbke 6 m našli zuhoľnatené parohy a kosti pravdepodobne pravekého jeleňa. Práce boli prerušené pre závaly, ktoré pracovníkov ohrozovali. V úseku Nové Mesto nad Váhom, Bzince, Čachtice a Višňové skupina zistila tri závrty, v ktorých začala so sondovacími prácami. V Čachtickej jaskyni urobila fotodokumentáciu objavených jaskynných priestorov a vyhotovila uzáver pre túto jaskyňu. V závrte členovia skupiny prenikli do prvých podzemných priestorov s celkovou dĺžkou okolo 70 m. Pre členov pionierskeho tábora Duslo Šaľa a medzinárodný pionierský tábor v Kubrici pri Trenčíne usporiadali jaskyniarske a prírodovedné dni. Niekoľko členov skupiny sa zúčastnilo na Jaskyniarskom týždni a v spolupráci so skupinou Harmanec a Trenčín uskutočnili zostup do poľských jaskýň Wielka Litworova a Nad Dachom.

Oblastná skupina č. 23 — Blatnica

Činnosť skupiny roku 1975 nebola na tej úrovni ako v predchádzajúcich rokoch, pretože pracovná oblasť skupiny prešla do správy CHKO a mala zakázaný vstup do niekoľkých dolín. Napriek tomu členovia skupiny zdokumentovali 19 menších jaskýň, odpracovali 30 brigádnických hodín na úprave jazierka v praku Národov pri pamätníku SNP v Blatnici a usporiadali verejnú prednášku v Blatnici spojenú s premietaním diapozitívov.

Oblastná skupina č. 24 — Slovinky

Svoje úsilie sústredila skupina na otvorenie veterného prieduchu v Poráčskych Mlynkách; sústredila sa na razenie horizontálnej prerážky a hĺbenie šachtice a dosiahla hĺbku 8 m. Na uvedenej lokalite uskutočnila dymové a merkaptanové pokusy, ktoré neboli úspešné. Skupina preskúmala a zdokumentovala Lukáčovú jaskyňu v Kojšove a spracovala 4 evidenčné listy krasových javov.

Okrem spomenutej činnosti skupina zabezpečila generálnu opravu traktora a vlečky a brigádnicky upravila okolie chatky na Galmuse. Okrem toho členovia skupiny brigádnicky pôsobili pri prácach na závodnej chate, v miestnom JRD a na zimnom štadióne. Činnosť skupiny propagovali dvoma výstavkami. Jedna

bola inštalovaná vo februári v Krompachoch, druhá, ktorá je stála, je umiestená vo vstupnom priestore závodu ŽB Slovinky, čím sa zvýšil záujem o jaskyniarsku činnosť.

Oblastná skupina č. 25 — Prievidza

Táto oblastná skupina správu o činnosti za rok 1975 nepredložila.

Oblastná skupina č. 26 — Hlohovec

Správu o činnosti za rok 1975 skupina nepredložila.

Oblastná skupina č. 27 — Jedľové Kostoľany

Oblastná skupina mala podľa predloženého plánu práce pracovať na lokalite Debnárov štál, na lokalite Píla mala vykonávať prieskumné práce. Správu o činnosti však nepredložila. Dvaja členovia skupiny sa zúčastnili Jaskyniarskeho týždňa.

Oblastná skupina č. 28 — Rimavská Sobota

Činnosť skupiny sa zamerala na komplexný prieskum Driencanského krasu. Na lokalite Podbanište vykonávali členovia skupiny meračské práce, informačné klimatologické pozorovania a úpravu komunikácií v jaskyni. Preskúmali asi 400 m jaskynných chodieb. Na lokalite jaskyne Frontová uskutočnili chemický rozbor vody a vykonali biologický prieskum jaskynnej fauny. V rámci meračských prác spresnili mapu tejto lokality. V priepasti na hrade Drienok odstraňovali vápencovú drť, čím prehĺbili priepasť na 9 m. Na lokalitách č. 7, 13 a 15 pokračovali v sondovacích prácach, v rámci ktorých odstraňovali nánosový materiál.

V spolupráci s maďarskými jaskyniarmi usporiadali jarný speleologický tábor na planine Bükk a uskutočnili zostup do priepastí Istvánlápa, Banyász a Borókás 2. Počas jesenného speleologického tábora v Driencanskom krase, za účasti maďarských jaskyniarov z Miškolca, otvárali závrty a hltače, vykonávali hydrologické a klimatické pozorovania v krasovom území. V spolupráci so skupinou Tisovec zostúpili do priepasti Michňová. V spolupráci so skupinami vo Zvolene a Ružomberku zúčastnili sa na prieskumných akciách v Červených vrchoch, v rámci cvičnej akcie zostúpili do Ľadovej priepasti Ohnište. Niekoľko členov sa zúčastnilo na Jaskyniarskom týždni — SSS — 1975.

Skupina pracujúca v katastrálnom území Šafárikovo a Stárňa pracovala na ponoroch Činča, Suché koryto a pri úprave jaskyniarskej chaty. Práce na otváraní ponoru Činča boli zastavené pre nedostatočnú úpravu terénu v okolí ponoru. V ponore Suché koryto postúpili do hĺbky 4 m. Pri obhliadkach terénu skupina objavila doteraz štyri ponory, dve jaskyne, tri závrty a niekoľko puklín, pri ktorých je predpoklad, že po ich rozšírení sa prenikne do jaskynných priestorov.

V rámci rekognoskačných akcií navštívili členovia Ardovskú jaskyňu, Silickú ľadnicu a Veľkú Žomboj. Členovia skupiny sa zúčastnili aj troch medzinárodných táborov v zahraničí — medzinárodného tábora v Bukových horách v Maďarsku v júni a júli, počas ktorého zostúpili do jaskyne Szepesi a zúčastnili sa na otváraní ponoru v okolí Bánkútu. V auguste sa niekoľko členov zúčastnilo na medzinárodnom tábore v doline Lejowej v Poľsku. Tu navštívili jaskyne Lodowu a Wysoku. Navyše sa v decembri zúčastnili na oslavách 20. výročia založenia Sekcje Grotolazow wo Wroclawi v Poľsku.

Oblastná skupina č. 29 — Nitra

Činnosť skupiny sa sústredila na oblasť Kolíňanského vrchu a na lokalitu Čertova diera. V oblasti lesostepi nad Svoradovou jaskyňou pokúšali sa členovia skupiny dostať do podzemia puklinou vedľa Svoradovej jaskyne. Práce sa však zastavili pre nedostatočné technické vybavenie skupiny. Okrem uvedených lokalít skupina pracovala v katastri Mechenica, kde robila čiastkový prieskum a lokalizovala vodné prameňe, a v okolí Žibrice v katastri Žírany a Dolné Štitáre hľadala vstup do podzemia. Niekoľko členov skupiny sa zúčastnilo Jaskyniarskeho týždňa — SSS — 1975.

Oblastná skupina č. 30 — Chtelnica

Členovia skupiny pracovali v lievikovitom závrte v Uhliskách, ktorý prehĺbili do hĺbky 7,5 m za veľmi ťažkých podmienok. Na lokalite Klenová a v jaskyni na Markovom kúte vykonávali dokumentačné práce, v rámci ktorých zamerali lokality a vyhotovili potrebnú písomnú dokumentáciu.

Oblastná skupina č. 31 — Plavecké Podhradie

Táto oblastná skupina správu o činnosti nepredložila, no jej členovia sa podielali na prípravných prácach a pri zabezpečovaní jednotlivých podujatí Jaskyniarskeho týždňa — SSS — 1975 v Borinke.

Oblastná skupina č. 32 — Trenčín

Skupina urobila povrchový prieskum Strážovských vrchov a Bielych Karpát. V oblasti Strážovských vrchov sa zamerala na prieskum povrchových krasových javov, kde si určila najvýhodnejšie pracovisko s najväčšou pravdepodobnosťou výskytu jaskynných priestorov podľa povrchových krasových javov, a na rozbor vody v mieste Mútnickej doliny na úpätí kopca Černachov. Členovia skupiny zamerali a preskúmali jaskyňu Sopkov kameň, urobili povrchový prieskum Inoveckého pohoria s perspektívnou možnosťou prieskumných prác.

V oblasti Bielych Karpát zamerali svoju činnosť na vrch Krasín, v ktorom objavili päť menších jaskýň; z nich sa zamerali na výskum jaskyne Severná die-

ra a Matejova diera. V jaskyni Severná diera zamerali a zakreslili preskúmané priestory. V jaskyni Matejova diera začali so sondovacími prácami, v ktorých chcú v budúcnosti pokračovať. V spolupráci so skupinou z Harmanca a Čachtíc zostúpili na dno jaskyne Wielka Litworowa v Poľsku.

Oblastná skupina Aquaspael

Činnosť tejto špeciálnej speleopotápačskej skupiny sa v plnom rozsahu zameriavala na prípravu speleopotápačskej expedície v tropickom krase Južnej Indie. Pre tragickú autohavárii expedície v Iráne 19. apríla 1975 expedícia bola prerušená, a tým plánované ciele nedosiahla. Prieskumnopotápačská činnosť sa obnovila až v poslednom mesiaci roku 1975, keď členovia uskutočnili potápačský prieskum v jaskyni Bobačka v Muránskom krase.

Okrem prieskumnej činnosti svoje poznatky publikovali v Spravodaji SSS, v Slovenskom krase a v časopise Barlangkutatás. Okrem uvedenej činnosti uskutočnili šesť prednášok s jaskyniarskou tematikou v Košiciach, Rožňave a v Bratislave.

4. JASKYNIARSKY TÝŽDEŇ SSS

Jaskyniarsky týždeň sa uskutočnil v dňoch 12. — 20. júla 1975 v oblasti Borinského krasu v Malých Karpatoch s miestom táboriska účastníkov JT v chatkovej oblasti Košarisko. Aj toto podujatie sa uskutočnilo v rámci významných výročí, predovšetkým 30. výročia oslobodenia našej vlasti Sovietskou armádou. Jaskyniarsky týždeň organizačne zabezpečovala a všetky jeho podujatia pripravovala oblastná skupina č. 20 — Bratislava v spolupráci s Múzeom slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši.

Na Jaskyniarskom týždni sa zúčastnilo spolu 118 členov SSS a 35 rodinných príslušníkov z týchto oblastných skupín: Košice-Jasov, Spišská Nová Ves, Rožňava, Brezno, Východná, Liptovský Mikuláš, Ružomberok, Terchová, Dubnica nad Váhom, Dolný Kubín, Harmanec, Trenčianske Teplice, Bratislava, Uhrovec, Čachtice, Slovinky, Jedľové Kostoľany, Rimavská Sobota, Nitra, Chtelnica, Plavecké Podhradie a skupina Aquaspel. Hosťami Jaskyniarskeho týždňa boli aj jaskyniari z Bozkova.

Zraz účastníkov bol 12. júla 1975 v obci Borinka, odkiaľ boli prevezení na miesto táboriska. Po prezentácii účastníkov a oboznámení sa s táborovým poriadkom uskutočnilo sa slávnostné otvorenie Jaskyniarskeho týždňa za účasti zástupcov verejných orgánov a organizácií z Borinky, Stupavy, Plaveckého Podhradia a okresu Bratislava-vidiek. Na slávnostné otvorenie nadväzoval program pri veľkom táborovom ohni.

V nedeľu 13. júla si všetci účastníci vypočuli úvodnú prednášku RNDr. M. Lišku o Borinskom krase a o najvýznamnejších krasových javoch okolia. Na túto prednášku nadväzovala veľká exkurzia, počas ktorej účastníci navštívili všetky významné krasové lokality Borinského krasu, predovšetkým zaujímavý

ponor Veľké Prepadlé, kde bratislavská oblastná skupina už niekoľko rokov intenzívne pracuje. Vo večerných hodinách sa konala porada štábu Jaskyniarskeho týždňa.

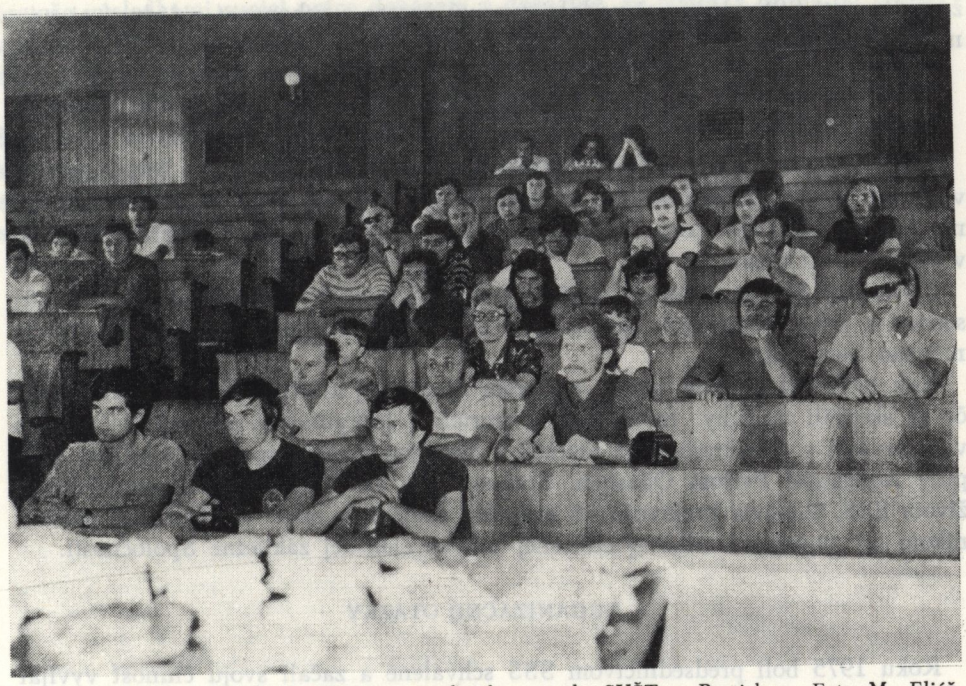
V pondelok 14. júla 1975 väčšina účastníkov odišla autobusmi do Bratislavy, aby si položením vencov na Slavíne uctila pamiatku padlých hrdinov. V aule SVŠT predniesol dr. R. Mock z katedry geológie prednášku o geologickej stavbe Malých Karpát. Popoludní si účastníci prezreli Bratislavu a cestou späť sa zastavili pri Devíne; tam sa zoznámili so zaujímavými vykopávkami a úpravami priamo v hradnom areáli.

V utorok 15. júla 1975 si účastníci pozreli film o expedícii v Bulharsku z roku 1972 a film o Jaskyni Slobody z roku 1928. Po filmoch boli branné preteky, na ktorých si mladí účastníci overili svoje sily a schopnosti v branno-športových hrách. Popoludní si vypočuli prednášku Ing. M. Erdösa o záchrannej službe v jaskyniarstve a riaditeľa Okresnej správy Bozkovských jaskýň J. Řeháka o praktických skúsenostiach pri konkrétnych záchranných prácach v Českom krase. Večer sa uskutočnila prednáška Ing. M. Janotu o ochrane prírody v Malých Karpatoch.

V stredu 16. júla 1975 v predpoludňajších hodinách RNDr. M. Liška oboznámil účastníkov s krasovými javmi Plaveckého krasu. Po prednáške sa uskutočnil pokus v ponore pod Duničom, ktorý pre účastníkov Jaskyniarskeho týždňa pripravili a prakticky predviedli jeho organizátori. Potom nasledovala prednáška o použití trhacích prác v speleológii a prednáška o poskytovaní prvej pomoci, ktorá bola doplnená praktickými ukážkami. Súčasťou popoludňajšieho programu bola prednáška prof. L. Blahu, ktorý oboznámil účastníkov s históriou výskumu v Borinskom krase. Na túto tému nadväzovala ukážka jaskyniarskeho a horolezeckého výstroja a večer sa uskutočnila porada vedúcich oblastných skupín s prítomnými členmi predsedníctva SSS. Súčasťou večerného programu bola krátka prednáška o Stratenskej jaskyni, v ktorej členovia oblastnej skupiny zo Spišskej Novej Vsi informovali účastníkov Jaskyniarskeho týždňa o histórii postupu objaviteľských prác, a faune jaskyne, ktorú spojili s premietaním diapozitívov.

Vo štvrtok 17. júla 1975 sa účastníci Jaskyniarskeho týždňa zúčastnili na exkurzii v Plaveckom krase po trase: Borinka — Stupava — Rohožník — Sološnica — Plavecké Podhradie — Pohanský kopec — Plavecký hrad — Podhradová jaskyňa Pálfyovská — Mokrá dolina — závrty — Dzeravá skala — Plavecký Mikuláš a späť. Účastníci exkurzie navštívili aj Plavecký hrad, Podhradovú jaskyňu a Dzeravú skalu v Mokrej doline.

Piatok 18. júla 1975 doobeda referovali oblastné skupiny o svojej práci, objavoch a skúsenostiach. Oblastná skupina z Bratislavy referovala o svojej činnosti a referát doplnila premietaním diapozitívov zo speleotábora Gombasek 1973, z expedície Bulharsko 1972 a iných akcií. Oblastná skupina Brezno referovala o dokumentačnej činnosti v oblasti Nízkych Tatier a oblastná skupina z Liptovského Mikuláša o prácach v jaskyni Zlomísk v Jánskej doline. Oblastná skupina z Dolného Kubína sa v správe o práci vo svojej oblasti sústredila najmä na Brestovskú jaskyňu, oblasť Kraľovian, ponory na Brestovej. Oblastná skupina z Harmanca referovala o výsledkoch prác v jaskyni na Môcach a o činnosti



Obr. 2. Účastníci JT SSS 1975 počas prednášky v aule SVŠT v Bratislave. Foto M. Eliáš, archív MSK

v Harmaneckom krase. Oblastná skupina z Novej Dubnice referovala o činnosti v Mojtínskom krase, kde pracuje v jaskyni Na rúbani a na iných lokalitách. Oblastná skupina z Trenčianskych Teplíc referovala o práci v závrte na Janovčí a o ťažkostiach, ktoré sú s touto činnosťou spojené.

Po referátoch zástupcov oblastných skupín bola beseda účastníkov Jaskyniarskeho týždňa s prítomnými členmi predsedníctva SSS a zástupcami MK SSR, dr. Rybeckým, dr. Š. Homzom a dr. J. Paclom, predsedom SPZ, o súčasných problémoch a perspektívach SSS. Popoludní členovia skupiny Aquaspael ing. T. Sasvári a dr. I. Waltzer oboznámili účastníkov s prieskumnými prácami v jaskyni Bobačka, vo vyvieračke Teplica a v krátkej informácii oboznámili prítomných s priebehom tragickej expedície India 1975. Na záver sa uskutočnilo slávnostné zakončenie Jaskyniarskeho týždňa spojené s odovzdávaním pamätných listov a krátkym kultúrnym programom.

Pre účastníkov Jaskyniarskeho týždňa kolektív členov Oblastnej skupiny v Bratislave a pracovníkov MSK vydával každý týždeň táborový spravodaj *Jaskyniarik* a pripravoval nástenné noviny *Karbidka*. Názorná agitácia zo života SSS sa zabezpečovala na paneloch vystavovaním propagačných materiálov.

Jaskyniarsky týždeň priniesol kladné výsledky. Autori prednášok a exkurzií sa usilovali vhodnou a prístupnou formou priblížiť zaujímavosti Malých Karpát pre všetkých účastníkov. Dobre pripravené exkurzie a prednášky svedčili o tom,

že v činnosti SSS vládne aj naďalej tvorivý proces a schopnosť zvládnuť aj najnáročnejšie úlohy.

5. SPRAVODAJ SSS

Pre potreby Slovenskej speleologickej spoločnosti zabezpečovalo Múzeum slovenského krasu prostredníctvom redakčnej rady a výkonného redaktora vydávanie *Spravodaja SSS*, ktorý vychádzal v rámci vnútrosústavných informácií MSK v náklade 700 kusov.

Spravodaj SSS pravidelne prinášal príspevky svojich členov, poznatky a skúsenosti z práce oblastných skupín, ako aj rozličné aktuality domáceho i zahraničného charakteru.

Rok 1975 bol súčasne rokom, v ktorom Spravodaj informoval aj o udalostiach, čo sa skončili tragicky. Informoval o smrteľnej jaskyniarsko-potápačskej nehode v Juhoslávii a v nekrológu sa rozlúčil s bývalým členom speleopotápačskej skupiny Aquaspael Petrom Ošustom. Spravodaj sa tak stal nevyhnutnou súčasťou života SSS, členovia prejavujú oň neustály záujem, a preto je dôležitým pomocníkom pri zvyšovaní celkovej odbornej úrovne členskej základne Spoločnosti.

6. ORGANIZAČNÉ OTÁZKY

Roku 1975 boli predsedníctvom SSS schválené a začali svoju činnosť vyvíjať tieto oblastné skupiny: č. 30 — Chtelnica, č. 31 — Plavecké Podhradie a č. 32 — Trenčín. Členská základňa vzrástla o 70 nových členov, ktorí boli schválení na zasadnutiach predsedníctva SSS. Rady SSS opustili dvaja členovia na základe dobrovoľného písomného vyhlásenia a dvaja členovia následkom tragických nehôd, ktoré sa skončili smrteľnými úrazmi. Jednému členovi sa priznalo členstvo in memoriam.

Počas roku 1975 sa uskutočnili zmeny vedúcich oblastných skupín, a to v oblastnej skupine Košice-Jasov, Rožňava, Liptovský Trnovec a Hlohovec.

Na sklonku roka 1975 vykonalo MSK inventarizácie materiálu a výstroja SSS, ktorú oblastné skupiny postupne dostávali z Múzea slovenského krasu od svojho vzniku a ktorá sa používaním znehodnotila a opotrebovala.

SSS bola dotovaná z rozpočtu MSK, ktoré na základe predložených plánov práce oblastných skupín poskytovalo na jednotlivé akcie úhradu priamych finančných nákladov, ako aj materiálno-technické zabezpečenie členov Spoločnosti.

7. ZÁVER

Roku 1975 možno konštatovať určité oživenie celkovej činnosti Spoločnosti, čo sa kladným spôsobom prejavilo v mnohých skupinách. Na druhej strane však nezáujem niekoľkých oblastných skupín nevytváral dobré predpoklady pre komplexné pôsobenie amatérskeho speleologického prieskumu vo všetkých krasových oblastiach Slovenska. Celkove možno konštatovať, že Slovenská speleologická spoločnosť je kladným a trvalým prínosom v rozvoji speleológie na Slovensku,

pretože výsledkami svojej práce dokázala a dokazuje, že hodnoty, ktoré od svojho vzniku vytvára, pomáhajú rozvíjať túto disciplínu, sú zdrojom poučenia a aplikácií nielen v podmienkach SSS, ale aj v celej našej spoločnosti.

Napriek nedostatkom, ktoré sa v práci Spoločnosti počas roku 1975 vyskytli, Slovenská speleologická spoločnosť sa stala platným článkom našej socialistickej spoločnosti, ktorá vytvára vhodné predpoklady pre uspokojenie najširších záujmov obyvateľstva na základe združovania vo forme dobrovoľných spoločenských organizácií.

RECENZIE

Š. J. Kipiani: KARST GRUZII, Vydavateľstvo Mecnierebá, Tbilisi 1974, 349 strán

Kipianiho monografická práca je venovaná jednej z najklasickejších krasových oblastí Sovietskeho zväzu — gruzínskemu krasu. Potešiteľné je, že sa jej ujal jeden z popredných znalcov geomorfológie krasu a gruzínskeho krasu osobitne. Dôležitosť výskumu krasu v Gruzínskej SSR je zvýraznená skutočnosťou, že v tejto zväzovej republike zaberá kras rozlohu viac ako 11 000 km², čo predstavuje 15,8 % z celého jej územia. Aj keď podstatná časť práce je napísaná v gruzínskom jazyku (177 strán), ruské a francúzske resumé nám dáva dosť výstižný obraz o stave poznania a rozšírení krasu v Gruzínsku. Vyčerpávajúca je najmä bibliografia, ktorá zahrnuje okrem prác týkajúcich sa predmetného územia aj významnejšie teoretické práce, resp. práce z iných území.

Autor vo svojej práci vychádza z typologického členenia krasu, teda z okruhu otázok, ktoré sám riešil v kaukazských oblastiach. Výskum geomorfologických problémov krasu má v Gruzínsku bohatú tradíciu. Doteraz sa nazbieral rozsiahly vedecký materiál. Dominovali však práce z jednotlivých regiónov. Chýbala súborná práca, ktorá by dávala komplexný obraz o kráse Gruzínska. Predložená práca má túto medzeru vyplniť a, ako autor uvádza, je prvou z pripravovaných monografií. Autor si položil za cieľ vytvoriť obraz o geografických zákonitostiach rozšírenia typov krasového reliéfu Gruzínska a zachytiť súčasnú úroveň geografického poznávania gruzínskeho krasu. Hlbšie hodnotí jednotlivé komponenty prírody krasovej krajiny a oceňuje úlohu každého krajinotvorného komponenta pri formovaní typov krasu.

Pri určovaní typov krasového reliéfu vychádza sa najmä z litologického hľadiska a podľa autora litológia určuje charakter a typ krasu. Vyčleňuje 8 základných typov:

1. vysokohorský vápencový (pravý),
2. stredohorský vápencový (pravý),
3. podhorský — nížinný vápencový (pravý),
4. submarínny vápencový (pravý),
5. horský karbonatický-flyšový,
6. podhorský vápencovo-konglomerátový (klastokras),
7. podhorský sadrovcový (sufózny),
8. podhorský hlinitý (pseudokras).

Uvedené typy krasu v rôznych vzťahoch vytvárajú krasové geomorfologické regióny. Napr. určitý rajón môže zahrňovať viac typov krasu, alebo jeden typ môže charakterizovať jeden rajón. Autor prihliada na dôležitosť klímy pri procese krasovatenia, a preto rajóny začleňuje do klimatických oblastí. Sú to: a) humídna, b) semihumídna, c) semiarídna, d) arídna.

V ďalšej časti sa autor venuje charakteristike šesťdesiatich rajónov. Priložená mapa zachytáva typy krasu, geomorfologické rajóny a klimatické oblasti Gruzínska. Pomerne rozsiahla je časť, ktorá hodnotí literatúru a získané poznatky v histórii výskumu krasu Gruzínska. Vyzdvihujú sa najmä úspechy dosiahnuté v sovietskom období. Ide o vyhraničenie typov krasu, poznanie povrchového a podzemného krasu, objavenie a výskum viacúrovňového komplexu jaskyne Cucchvati a Iverja, o koreláciu jaskynných úrovní s riečnymi a morskými terasami. Vyhotovil sa kataster jaskýň

MSK

Gruzínska. Významné úspechy sa dosiahli aj pri výskume mikroklímy jaskýň, krasových vôd, speleofauny, rozpracovali sa otázky rýchlosti denudácie krasu. V závere autor naznačuje problematiku, ktorá by mala byť stredobodom pozornosti ďalšieho výskumu. Komplexný výskum krajiny, a teda aj krasu ako krajiny so špecifickými vlastnosťami, nadobúda veľký význam v národnom hospodárstve a poukazuje na možnosti jeho hospodárskeho využitia. To sú však úlohy súčasnosti a budúcnosti.

Práca S. J. Kipianiho podáva obraz o krase Gruzínska. Ide o územie so širokou škálou typov krasu, a preto bude zaujímať aj našich speleológov, geomorfológov a ostatných prírodovedcov.

Jozef Jakál

M. Pulina: DENUDACJA CHEMICZNA NA OBSZARACH KRASU WEGLANOWEGO (Prace geograficzne č. 105, Wydawnictvo PAN 1974, 155 strán, 28 tabuliek, 52 grafických príloh, 10 fotografií, ruské a anglické resumé)

Recenzovaná práca v úvodnej časti zhrnuje prehľadnou formou súčasné názory na problematiku rozpúšťania karbonatických hornín, obehu vody v krase, metódy výskumu denudácie krasu, na ich históriu a podrobnejšie sa zaoberá hydrometrickou metódou. Stručne je uvedený opis terénneho laboratória, v ktorom sa robili analýzy vôd.

V analytickej časti práce sa autor zaoberá chemickou denudáciou krasu v morfologicky odlišných typoch krasu: vysokohorskom, stredohorskom, pahorkatinovom a planinovom v rôznych oblastiach Európy a východnej Sibíri. Nachádzajú sa v subtropickom a miernom klimatickom pásme i v chladných oblastiach. Územia budujú treťohorné, mezozoické, paleozoické a prekambrické teórie. Celkove zhodnotil výsledky zo 40 hydrologických bazénov v 32 krasových oblastiach. V časti o vysokohorskom krase sa zaoberá krasovými formami v Julských Alpách, Západných Tatrách, na juhozápadnom Kaukaze. Najpodrobnejšie je spracovaný kras Západných Tatier, v ktorom autor robil niekoľkoročný výskum. V časti o stredohorskom krase opisuje geologické, geomorfologické a hydrografické pomery masívu Vercors, poľskej časti Sudet, Starej Planiny v Bulharsku a masívu Chamar Daban vo východnej Sibíri. Ako reprezentantov pahorkatinového a planinového typu krasu uvádza Dobrudžu, Irkutské plató, pohorie Kras v Juhoslávii, Wyżynu Slaskú a severnú časť Jury Krakowsko-Czestochowskej.

V syntetickej časti určuje krasovú denudáciu v miernom a subtropickom pásme, uvádza veľkosť denudácie v 40 bazénoch, množstvo zrážok za rok, priemernú ročnú teplotu vzduchu, priemernú nadmorskú výšku územia, hĺbku vadóznej zóny. Uvádza klasifikáciu 32 krasových oblastí so zreteľom na veľkosť denudácie. Oblasti rozdelil do troch skupín:

a) so slabou chemickou denudáciou (do 40 mm/1000 rokov); do nej zaradil Irkutské plató, Dobrudžu, severnú časť Jury, Wyżynu Slasku, masív Chamar Daban, Sudety, planinu Vrača a Tunkinské Alpy,

b) k oblastiam so stredne silnou chemickou denudáciou (do 95 mm/1000 rokov) patrí pohorie Kras, časť Kaukazu, Vercors, Západné Tatry, Pirin a Julské Alpy,

c) k oblastiam so silnou denudáciou (nad 95 mm/1000 rokov) patrí západná časť Kaukazu.

Celkove silnejšie sú denudované vysokohorské oblasti a menej nížinné oblasti.

Týchto 32 krasových oblastí autor ďalej rozdelil podľa množstva $CaCO_3$ rozpustného vo vode na tri skupiny.

Do prvej zaradil oblasti do 150 mg/l, do druhej do 250 mg/l a do tretej nad 250 mg/l rozpusteného $CaCO_3$.

Najvyšší obsah je v pahorkatinách a najmenší vo vysokohorských oblastiach, vyššie obsahy sú v teplých oblastiach, nižšie v chladných. Zaoberá sa aj mineralizáciou zrážkových vôd. Na základe špecifického odtoku zostavil tabuľku, v ktorej zadelil územia podľa veľkosti špecifického odtoku do troch skupín. Pokúša sa určiť aj činitele, ktoré rozhodujú o veľkosti chemickej denudácie krasu. Za najdôležitejšie pokladá:

1. štruktúrne pomery, 2. hydrografické — množstvo vody, 3. hydrografické — chemická agresivita vody a činitele, ktoré o nej rozhodujú, 4. klimatické — teplota vzduchu a zrážky, 5. morfologické.

Najvyšší vplyv (69,4 %), na množstvo $CaCO_3$ rozpustené vo vode majú podľa autora teplota vzduchu a zrážky a len 30,6 % pripadá na iné činitele. Určil potenciálnu denudáciu v Poľsku, v miernom a subtropickom pásme a na celej Zemi. Porovnal veľkosť chemickej a mechanickej denudácie na príklade Poľska.

Celkove práca predkladá prehľad o súčasnej chemickej denudácii v krasových oblastiach.

o metódach výskumu a o literatúre, ktorá sa uvedeným problémom zaoberá. Najdôležitejší prínos práce je v konštatovaní faktov získaných na základe meraní v teréne: 1. Klimatické činitele rozhodujú viac ako z 80 % o deštrukcii krasových území; 2. intenzita chemickej denudácie na nekrasových horninách je určená predovšetkým odolnosťou horniny voči chemickým procesom a len druhotne klimatickými činiteľmi; 3. práca dáva možnosť kvantitatívne určiť potenciálnu denudáciu povrchu územia, keď poznáme klimatické, štruktúrne a hydrogeologické parametre; 4. analýza rozmiestenia potenciálnej krasovej denudácie potvrdzuje staršie názory o silnej denudácii v tropickom pásme a súčasne nepopiera vysokú denudáciu v chladných oblastiach.

Ján Šavrnoch

NSS NEWS (roč. 33, 1975)

Mesačník Národnej speleologickej spoločnosti (National Speleological Society), najpočetnejšej jaskyniarskej asociácie v USA. Jeho obsah je zameraný najmä na život organizácie, správy z ochrany jaskýň, a regionálne správy, na oboznamovanie čitateľov s novou technikou používanou pri jaskyniarstve a s novými knihami. Každé číslo obsahuje spravidla jeden-dva články odborne zamerané.

NSS NEWS (č. 1. s. 1—16). Hlavný príspevok je venovaný ochrane jaskyne Big Bone Cave v Tennessee (L. E. Mathews). Jaskyňu, kde sa už od začiatku 19. storočia ťažilo, pustošia vandali, a tak časť zariadenia je zničená. Okrem interných zvestí NSS si čitateľ iste všimne recenziu prác K. Absolona Moravský kras I — II.

NSS NEWS (č. 2, s. 16—32). Hlavným článkom je reportáž (E. Davis, E. Zawlocki) z výskumu a dokumentácie jaskýň Cueva Humu a Cueva de Los Angeles na ostrove Portoriko. Expedícia 20 jaskyniarov v decembri 1971 a v januári 1972 zmapovala a zamerala obe jaskyne a objavila nové časti, ktorými sa obe jaskyne spojili. Prevažná časť článku opisuje postup činnosti a objavov. Obe jaskyne majú sintrovú výzdobu, mocné guánové depozície a časť je zaplavená vodou s teplotou 21 °C. Založenie Múzea speleológie NSS v Huntsvill (Alabama) oznamuje W. W. Varnedoe. Ciele a funkcie múzea: Múzeum speleológie NSS je určené na zbieranie, ochranu, interpretáciu a výstavu artefaktov (predmetov), ktoré sa vzťahujú k jaskynnému prostrediu, ekológii, využitiu jaskýň človekom a speleologickej technike.

NSS NEWS (č. 3, s. 33—52). Ústredným článkom je reportáž zo zostupu do Goufré de Bergére, ktorý vykonali športoví jaskyniari z Francúzska, Talianska a USA roku 1974. Expedičným systémom za pomoci podpornej skupiny prekonalo útočné družstvo túto druhú najhlbšiu jaskyňu na svete (—1141 m) za 30 ½ hodiny. V článku sa autor zameral najmä na opis spôsobu prekonávania jednotlivých stupňov, zabezpečenie a technický priebeh akcie. Na záver sa kriticky vyslovil o čistote jaskyne, o bezpečnosti a technickom vybavení európskych jaskyniarov.

NSS NEWS (č. 4, s. 53—72). Poučná je reportáž o tragickej udalosti z februára 1975, keď traja mladí ľudia zahynuli v Salamandrej jaskyni (Indiana). Napriek daždivému počasiu a upozorňovaniu skúsených jaskyniarov o možnej záplave jaskyne išli traja študenti do jaskyne, kde ich zastihlo prudké vzdutie vodnej hladiny. Záchrancovia našli už len ich nehybné telá. Autor príspevku poukazuje na skutočnosť, že rozvaha a znalosť jaskyne mohla jaskyniarov zachrániť, pretože sú tam miesta, ktoré nie sú zaplavované ani počas najväčších záplav. Tento prípad kontrastuje s uväznením iných štyroch jaskyniarov v jaskyni Wayne, ktorí záplavu šťastne prečkali na bezpečnom mieste v jaskyni a po opadnutí vody ich záchrancovia našli síce vyčerpaných, ale bez ujmy na zdraví. B. F. Beck v ďalšom článku opísal zážitky z jaskyniarskej výpravy na ostrov Mona medzi Portorikom a Dominikánskou republikou. Malý neobývaný ostrov s rozlohou 5 × 7 míľ tvorí vyzdvihnutá vápencová plošina takmer súvisle ohraničená zráznym pobrežným klifom. Len maják a opustené zariadenia na ťažbu guána pripomínajú civilizáciu. Vápenec je značne skrasovatený na povrchu i v podzemí. Mnohé priepasti a horizontálne jaskyne sú však izolované bez vzájomnej súvislosti. Najpozoruhodnejšie z navštívených jaskýň sú Cueva del Capitan, Cueva de Esquelento, Cueva del Diamanto, Cueva de la Esperanza s jaskynnými maľbami a mnohé ďalšie.

NSS NEWS (č. 5, s. 73—88). Číslo je venované predovšetkým výročnému stretnutiu členov NSS v Nevade. Obsahuje informácie o

priebehu akcie, a navštívených lokalitách, z nich niektoré sú jaskyne v láve. Článok C. Magnussona o pevnosti spojov dutých nylonových úväzkov je venovaný technike. Ako najbezpečnejší sa ukázal spoj šitý osemkrát pozdĺžno-rovnobežne. V prílohe Caving je niekoľko zaujímavých informácií a úvah. Rozobratím okolností katastrof v Salamandrej jaskyni autor vyvodzuje závery, ako sa vyhnúť podobným tragédiám. Je to predovšetkým dobrá znalosť jaskyne, spôsob pohybu v jaskyni, informovanosť o počasí a zachovanie rozvahy, ak sa niečo prihodí. V prílohe sa ďalej dozvieme o umelej jaskyni v meste Cincinati, ktorá je súčasťou Museum of Natural History. Jaskyňa je dlhá okolo 90 m s vystavenými rôznymi druhmi sintrovej výplne. Inštalované sú v nej dokonca i kryštály sadrovca, vodopád a ďalšie zaujímavosti, s ktorými sa v jaskyni možno stretnúť.

NSS NEWS (č. 6, s. 89—108). Príspevok M. Washamra je venovaný jaskyni Ennis Cave v Arkansase, ktorej dĺžka sa odhaduje na štyri míle jaskynného labyrintu s množstvom sintrovej výplne a nádhernými kryštálmi sadrovca.

NSS NEWS (č. 7, s. 109—120). Siedme číslo je obsahom i rozsahom dosť skromné. Krátky článok, autorom ktorého je J. M. Sneed, je venovaný malému skrasovatenému ostrovu devónskych vápencov pri Dortmunde (NSR) známemu pod názvom Felsenmeer (kamenné more). Na povrchu sa javí ako škrapové pole s rozsahom 200 × 600 m. Zo známych šestnástich jaskýň najhlbšia zasahuje do hĺbky 56 m, čo je už pod úrovňou povrchového toku. Zaujímavá je inzercia prvej americkej expedície do Pierre Saint Martin, v ktorej organizátor ponúka ešte niekoľko voľných miest v cene 750—1000 dolárov.

NSS NEWS (č. 8, s. 121—136). Históriu znovuobjavenia a prieskumu jaskyne Cascade Plumge v Tennessee opisuje B. Deane. Počas troch rokov preskúmal spolu s druhmi mnoho lokalít v oblasti Cumberland a Feutress Counties. Najhlbšie prenikli v Cascade Plunge, kde dosiahli hĺbku okolo 80 m. Dozvieme sa podrobnosti o nešťastí pri vchode do jaskyne Cnox Cave, kde masívny blok ľadu usmrtil mladého jaskyniara. Ďalšie nešťastie sa stalo v jaskynnom systéme Rio Cammuy (Portoriko), kde pretrhnutie jumarového úväzu zavinilo pád do priepasti a smrť jaskyniara. Poznamenávame, že americkí jaskyniari väčšinou nepoužívajú istenie a lezú len na jednom lane. Istenie, ktoré sa používa u nás, by bolo mladého človeka zachránilo. Podrobný opis nešťastí a ich príčin je dôležitý najmä z hľadiska prevencie.

NSS NEWS (č. 9, s. 137—152). O maďarskej jaskynnej priepasti Rejtek szomboly píše A. Kosa. V opise jaskyne sa okrem histórie a charakteristiky jaskyne venuje najmä opisu drobných tvarov sintra. Článok dopĺňajú hodnotné fotografie. Autor zdôrazňuje potrebu utajenia vchodu do jaskyne z hľadiska jej ochrany. Z príležitosti vyznamenania D. C. Forda a W. B. Whita na výročnom mítingu NSS 1975 sú uverejnené ich krátke životopisy a prehľad jaskyniarskej činnosti.

NSS NEWS (č. 10, s. 153—168). J. Gorman píše o jaskyniarskej oblasti Yucatan v Mexiku. Okrem stručného vysvetlenia vzniku a vývinu krasového fenoménu predstavuje aj niekoľko jaskýň. Najznámejšia je jaskyňa Balancanche, kde roku 1959 objavili cenné nástenné maľby z predkolumbovského obdobia. Počas svojej návštevy autor preskúmal tri jaskyne. Najkrajšia je Tchac Suk v okolí mestečka Timun neďaleko Vallaloidu. Je tu tunelovitá jaskyňa s cibuľovitými kvapľami a celkovo mladou výzdobou. Dlhá je okolo pol míle a končí sa v mohutnom cenote s jazerom. Dve ďalšie jaskyne sú na Rancho San Miguel. Krátka správa z tohoto čísla ďalej oznamuje, že UIS bola prijatá do UNESCO, kategórie C (skupina mimovládnych organizácií), čo je úspech, pretože teraz sa akcie UIS môžu organizovať pod patronátom UNESCO. O lávových jaskyniach v oblasti vulkánu Virunga v strednej Afrike píše J. W. Simon. Jaskyne vznikli v láve typu pahoehoe v oblasti aktívnych sopiek Nyamulagira a Nyiragongo. Autor navštívil niekoľko jaskýň dlhých stovky yardov, niektoré chodby sú vo dvoch úrovniach nad sebou.

NSS NEWS (č. 11, s. 169—184). Krátka správa W. R. Hallidaya v úvode čísla informuje o prvom cirkulári kongresu UIS, ktorý bude roku 1977 v Sheffielde (Anglicko). M. E. Hardaker opisuje možnosti vyhotovenia čiernobielych fotografií z farebných diapozitívov pomerne jednoduchým spôsobom, ktoré sa mu osvedčili a ktorým zhotovil mnoho

fotografií pre tlač. Stručný opis objavovania a výskumu jaskyne Falling Spring, ktorá je 1302. zaznačenou jaskyňou v Alabame, podáva L. Guj. V rokoch 1972—1975 preskúmali a zmapovali okolo 7 km členitej a pekne vyzdobenej jaskyne.

NSS NEWS (č. 12, s. 185—200). Ústredný článok je venovaný 35. výročiu založenia speleológie na Kube. R. H. Gurnee vo svojom príspevku opisuje priebeh sympózia na ostrove Isle of Pinos, kde sympózium prebiehalo v sekciách: biospeleológia, speleoarcheológia, náuka o krase, všeobecná speleológia, geológia, paleontológia. Z navštívených jaskýň najzaujímavejšia je Cueva del Este, kde sa našli jaskynné maľby staré viac ako tisíc rokov. Zaujímavým obyvateľom niektorých kubánskych jaskýň je had boa (*Epicrater angulifer*), ktorý je dlhý až 4 m. Autor navštívil niekoľko jaskýň v okolí Havany a uvádza ich stručnú charakteristiku. Krátky príspevok B. F. Becka informuje o 12. medzinárodnom kongrese krasovej hydrológie v dňoch 21. — 27. septembra 1975 v Huntsvill.

Stručný prehľad uvedených článkov je hlavným obsahom 33. ročníka NSS NEWS. Prevažnú časť obsahu však zaberajú, ako sme už uviedli, regionálne správy, správy jednotlivých komisií NSS a správy o problémoch ochrany jaskýň. Dosť miesta sa venuje recenziám, novým i starším speleologickým publikáciám. Možno konštatovať, že NSS dobre plní svoje poslanie najmä pre širokú základňu členov NSS.

Pavol Mitter

Jozef Jakál: KRAS SILICKEJ PLANINY, Vydavateľstvo Osveta, Martin 1975, 152 strán, 8 mapových príloh

Ojedinelá publikácia našej odbornej literatúry vznikla na základe dokonalej znalosti terénu Silickej planiny. K riešeniu problematiky krasovej geomorfológie pristupuje autor klasickou metódou opisu jednotlivých foriem krasu, ich zaradením do systému a na základe analýzy tvarov terénu (mezoforiem i makroforiem) v piatich geomorfologických profiloch územia Silickej planiny prichádza ku genéze územia a jeho priľahlého okolia. Zistené poznatky konfrontuje s domácou i so zahraničnou literatúrou, najmä nemeckou, v čom prejavuje znamenitú orientáciu.

Práca je rozdelená do 11 kapitol. Autor rozlíšil tieto základné formy reliéfu: krasové formy, fluviokrasové formy, okrajové krasové formy a stráne. Klasifikáciu základných krasových foriem vypracoval najmä s prihliadnutím na práce Bögliho a rozlíšil škrapy na svahové, puklinové, studňovité, krčiažkovité a všeobecné. Začiatok vývinu dnešných škráp autor dáva na koniec würmu až preboreálu; v súčasnosti prebieha najmä ich deštrukcia. Krasové jamy sú rozdelené na tri skupiny — krasové jamy, ktoré vznikli prepadnutím povál do podzemných priestorov; krasové jamy, čo vznikli rozpúšťacou činnosťou vody a krasové jamy naplavené, ktoré člení ešte podrobnejšie. Autor si všíma asymetriu krasových jám a predpokladá, že ich spôsobili predovšetkým klimatické faktory. Poukazuje aj na možnosť, že asymetriu ovplyvňujú tektonické pomery územia, smer puklín a poloha hlavných odvodňovacích kanálov. Krasové jamy sú usporiadané najmä v miestach styku dvoch hornín rozdielnej morfologickej hodnoty, na tektonicky predisponovaných líniách, na dnách suchých dolín a krasových priehlbní. Za jednu z najcharakterističkejších foriem krasu Silickej planiny J. Jakál označil *krasové priehlbne*, uzavreté krasové depresie s plochou väčšou ako 1 km^2 a s plochým dnom rozčleneným množstvom krasových jám. K fluviokrasovým javom autor pripočítava suché doliny, slepé doliny, poloslepé doliny, vrecovité doliny, kaňony a tiesňavy. K okrajovým krasovým formám zaradil okrajové krasové jamy, okrajové krasové jazerá a okrajové polje. Cenné je úsilie autora zistiť vplyv drobnej tektoniky, mikrotektoniky, štruktúry a textúry jednotlivých typov vápencov a dolomitov na vývin tvarov reliéfu. Zistil napríklad, že vypuklé tvary terénu sú viac rekryštalizované (viac preniknuté čistým kalcitom) ako hornina v depresných polohách. Priaznivé pre krasovatenie sú vápence mikrotektonicky porušené a vápence chemicky čisté. Okrem uvedeného práca prináša veľa nových pohľadov na vývin územia ako celku i na charakteristiku jeho jednotlivých tvarov. Ako príklad môžeme uviesť depresiu na rozhraní Slovenského krasu a Rimavskej kotliny, ktorú odvodňuje Ardovská jaskyňa doteraz pokladaná za slepú dolinu, ktorú autor označil ako okrajové polje.

Hoci je práca zameraná predovšetkým na povrchový kras Silickej planiny, viac miesta by si zaslúžilo skúmanie vzťahov podzemných a povrchových krasových foriem tvoriacich genetickú jednotu. Nedostatkom, možno nie

autora, je, že sa v texte používa namiesto správneho termínu *uvala* nesprávny *úvala*, znamenajúci úplne iný terénny tvar. Nesprávny termín môže priviesť nezainteresovaného čitateľa do rozpakov a znehodnotiť jednu kapitolu práce.

Vo svojom odbore patrí práca J. Jakála rozhodne medzi najlepšie, aké boli u nás publikované, preto nie div, že vzbudila zaslúžený ohlas aj v zahraničí. Na dobrej úrovni sú grafické prílohy aj fotografie dokumentujúce textovú časť. Obsiahle resumé v ruštine a angličtine robí prácu prístupnou nielen domácim, ale i zahraničným čitateľom. Je cenným príspevkom k rozvoju domácej krasovej literatúry a súčasne môže poslúžiť aj na didaktické účely.

Pavol Mitter

Slovenské múzeum ochrany prírody
a jaskyniarstva
031 01 Liptovský Mikuláš

OBSAH

Štúdie

V. N. Dubljanskij: Kras sovietskych Karpát 3
Ján Gulička: K otázke výskytu pravých troglobiontov v slovenských jaskyniach . . 23
Vladimír Hanzel: Puklinovo-krasové vody severozápadných strání Nízkych Tatier a vplyv skrasovatenia na ich režim 31
Juraj Orvan: Príspevok k poznaniu hydrogeologických pomerov Jasovskej jaskyne . . 53
Josef Slačík: Speleoluminiscence 63

Vedecké správy

Milan Kašpar — Jiří Pecen — Ján Šuba: Vyhledávání kavern ve slovenském krasu elektromagnetickými vlnami 81
Marcel Lalkovič: Charakteristika meračskej činnosti v speleologických podmienkach vo vzťahu k meračskej terminológii 93
Pavol Mitter: Stručný prehľad názorov na hydrológiu krasových území 105
Zdenko Hochmuth: Jaskyne v Liskovskom kameňolome 129
Redakčná rada: 50 rokov jaskyne Domica 135
Marcel Lalkovič: Príspevok k 50. výročiu Bystrianskej jaskyne 141

Organizácia

Alfonz Chovan: Správa o činnosti múzea slovenského krasu za obdobie 5. 5RP 145
Marcel Lalkovič: Správa o činnosti speleologickej spoločnosti za rok 1975 153

Recenzie

Jozef Jakál: Š. J. Kipiani: Karst Gruzii 171
Ján Šavrnoch: Marian Pulina: Denudacja chemiczna na obszarach krasu weglanowego . 172
Pavol Mitter: NSS NEWS 173
Pavol Mitter: Jozef Jakál: Kras Silickej planiny 175

СОДЕРЖАНИЕ

Статьи

В. Н. Дублянский: Карст советских Карпат: 3
Ян Гуличка: Вопрос, касающийся наличия настоящих троглобионтов в словацких пещерах 23
Владимир Ганзел: Трещинно-карстовые воды северо-западных склонов Нижних Татр и влияние карстования на их режим 31
Юрай Орван: Статья, знакомящая с гидрологическими условиями Ясовской пещеры 53
Йозеф Слачик: Спелеолюминесценция 63

Научные сообщения

Милан Кашпар, Ииржи Пецен — Ян Шуба: Поиски каверн в словацком карсте при помощи электромагнитных волн 81
Марцел Лалкович: Характеристика измерительной деятельности в спелеологических условиях в отношении к измерительной терминологии 93
Павол Миттер: Краткий обзор взглядов на гидрологию карстовых территорий . . 105
Зденко Гохмут: Пещеры в Лисковской каменоломне 129
Редколлегия: 50 лет пещеры Домица 135
Марцел Лалковиш: Статья к 50-летию Быстрианской пещеры 141

Организация

Альфонс Хован: Сообщение о деятельности Музея словацкого карста за период 5. пятилетки 145
Марцел Лалкович: Сообщение о деятельности спелеологического общества за 1975 год 153

Рецензии

Йозеф Якал: Ш. Я. Кипиани: Карст Грузии 171
Ян Шаврнох: Marian Pulina: Denudacja chemiczna na obszarach krasu weglanowego 172
Павол Миттер: NSS NEWS 173
Павол Миттер: Йозеф Якал: Карст Силицкого плато 175

INHALT

Studien

V. N. Dubljanskij: Der Karst der sowjetischen Karpaten 3
Ján Gulička: Über das Vorkommen echter Troglobionten in slowakischen Höhlen . . 23
Vladimír Hanzel: Die Spalt-Karstwässer der nordwestlichen Abhänge der Niederen Tatra und der Einfluß der Verkarstung auf ihr Regime 31
Juraj Orvan: Beitrag zum Studium der hydrogeologischen Verhältnisse in der Höhle Jasovská jaskyňa 53
Josef Slačík: Die Speläoluminiszenz 63

Wissenschaftliche Berichte

Milan Kašpar — Jiří Pecen — Ján Šuba: Das Aufsuchen von Kavernen im slowakischen Karst mit Hilfe elektromagnetischer Wellen 81
Marcel Lalkovič: Charakteristik der Meßtätigkeit unter speläologischen Bedingungen in bezug zur Meßterminologie 93
Pavol Mitter: Kurzer Überblick über die Ansichten über die Hydrogeologie der Karstgebiete 105
Zdenko Hochmuth: Die Höhlen im Steinbruch von Lisková 129
Der Redaktionsrat: Die 50 Jahre der Höhle Domica 135
Marcel Lalkovič: Beitrag zum 50. Jahrestag der Höhle Bystrianska jaskyňa 141

Organisation

Alfonz Chovan: Bericht über die Tätigkeit des Museums des Slowakischen Karstes für den Zeitraum des 5. Fünfjahrplanes 145
Marcel Lalkovič: Bericht über die Tätigkeit der Speläologischen Gesellschaft für das Jahr 1975 153

Rezensionen

Jozef Jakál: Sch. J. Kipiani: Der Karst Grusiens 171
Ján Šavrnoch: Marian Pulina: Denudacja chemiczna na obszarach krasu weglanowego . 172
Pavol Mitter: NSS NEWS 173
Pavol Mitter: Jozef Jakál: Der Karst des Plateaus Silická planina 175

CONTENTS

Studies

V. N. Dubljanskij: Soviet Carpathians Karst 3
Ján Gulička: On the question of occurrence of genuine troglobionts in the Slovak caves 23
Vladimír Hanzel: Crevice-Karst waters of the north-western Low Tatra declines and the Karst influence on their regime 31
Juraj Orvan: A contribution to the knowledge of the hydrogeological conditions of Jasovská cave 53
Josef Slačik: Speleoluminiscence 63

Scientific reports

Milan Kašpar — Jiří Pecen — Ján Šuba: Looking for caverns in the Slovak Karst by means of electromagnetic waves 81
Marcel Lalkovič: The characteristic of measuring activity in speleological conditions in relation to the measuring terminology 93
Pavol Mitter: A brief review of the conception of hydrology of Karst territories . . 105
Zdenko Hochmuth: Caves in the Liskov quarry 129
Editors council: 50 years of the Domica cave 135
Marcel Lalkovič: A contribution to the 50th anniversary of the Bystrianska cave . . 141

Organisation

Alfonz Chovan: Report on the activities of the Museum of the Slovak Karst for the period of the 5th 5RP 145
Marcel Lalkovič: Report on the activites of the Speleological Society for the year 1975 153

Reviews

Jozef Jakál: Š. J. Kipiani: The Karst Gruzii 171
Ján Šavrnoch: Marian Pulina: Denudacja chemiczna na obszarach krasu weglanowego . 172
Pavol Mitter: NSS NEWS 173
Pavol Mitter: Jozef Jakál: The Karst of Silická planina 175

CONTENU

Etudes

V. N. Dubljanskij: Le Karst des Carpates soviétiques 3
Ján Gulička: Sur la question de l'existence de vrais troglobionts dans les grottes slovaques 23
Vladimír Hanzel: Les eaux des cassures karstiques des pentes nord — ouest des Basses Tatras et l'influence du Karst sur leur régime 31
Juraj Orvan: Contribution à la connaissance de la situation hydrogéologique de la grotte Jasovská jaskyňa 53
Josef Slačík: Spéléoluminiscence 63

Rapports scientifiques

Milan Kašpar — Jiří Pecen — Ján Šuba: La recherche des cavernes dans le Karst slovaque par les ondes électromagnétiques 81
Marcel Lalkovič: La caractéristique des activités de mesurage dans les conditions spéléologiques par rapport à la terminologie de la mesure 93
Pavol Mitter: Apperçu des vues sur l'hydrologie des territoirs carstiques 105
Zdenko Hochmuth: La caverne dans la carrière de pierre à Lisková 129
Conseil de redaction: 50 ans de la grotte Domica 135
Marcel Lalkovič: Contribution au 50e anniversaire de la grotte Bystrianska jaskyňa . 141

Organisation

Alfonz Chovan: Rapport sur les activités du musée du karst pour la période du 5e plan quinquennal 145
Marcel Lalkovič: Rapport sur les activités de la société spéléologique pour 1975 . . 153

Comptes rendus

Jozef Jakál: Š. J. Kipiani: Karst Gruzii (Karst de Géorgie) 171
Ján Šavrnoch: Marián Pulina: Denudacja chemiczna na obszarach krasu veglanowego . 172
Pavol Mitter: NSS NEWS 173
Pavol Mitter: Jozef Jakal: Le karst a Silická planina 175

SLOVENSKÝ KRAS
XV

Vydalo Vydavateľstvo Osveta, n. p., Martin pre Múzeum slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši roku 1977

Obálku navrhol Ján Andel
Šéfredaktor vydavateľstva František Kalina
Zodpovedná redaktorka Anna Hanková
Technická redaktorka Veronika Kramárová
Korigovala Anna Potančoková

301 — 03/9. Vydanie 1. Náklad 1000. Číslo publikácie 1866. Počet strán 184 + 16 príloha. AH 16,13 (textu 13,12, obrázkov 3,01). VH 16,42. Kníhtlačou vytlačili Tlačiarne Slovenského národného povstania, n. p., závod Liptovský Mikuláš

70 — 066 — 77 Kčs 21,— 82. 7

70 — 066 — 77
03 Kčs 21,—

0. nov. 1990

-6. jula 1995

25. sept 2003

9 júna 1999

17 aprila 2007